PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH
CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI, CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO
Redaktor inż. Tadeusz Czaplicki

Rok XXIV | Warszawa, 21 maja 1948 r. | Zeszyt 4/5

KRONIKA

XXXII. Zadania Walnych Zgromadzeń SEPu.

Tegoroczne Walne Zgromadzenie, rozpoczynające się 10 czerwca w Szczecinie, otwiera rok jubileuszowy naszego Stowarzyszenia — trzydziesty rok istnienia SEPu, który elektrycy polscy powołali do życia w Warszawie uchwałą z 9 czerwca 1919 r. O kilka dni wcześniej, bo 1 czerwca rb. upływa 20 lat od dnia wprowadzenia (na zjeździe toruńskim 1928 r.) wraz z nowym statutem — Walnych Zgromadzeń SEPu. Wojna jak pracę całego narodu, tak i działalność SEPu sparaliżowała na 6 lat, wskutek czego w roku bieżącym odbywa się nie XX, jak mogłoby być, lecz dopiero XIV Walne Zgromadzenie.

Jedenaście przedwojennych Walnych Zgromadzeń SEPu zostawiło poważny ślad w historii polskiej elektrotechniki. Pokazały one wszystkim stowarzyszonym cały urok koleżeńskiej pracy zbiorowej dla dobra ogółu i potrafiły wciągnąć do tej pracy liczne szeregi członków ku pożytkowi polskiej nauki elektrotechnicznej, polskiej energetyki i polskiego przemysłu elektrotechnicznego.

Strona turystyczna Walnego Zgromadzenia, zwoływanego kolejno w różnych punktach kraju, jest niejako dodatkową atrakcją i bardzo cenną rozrywką dla każdego uczestnika zjazdu, jednak głównym i poważnym celem Zgromadzenia było, jest i powinno być zawsze wzbogacenie i pogłębienie wiedzy fachowej członków i posunięcie całej dziedziny naszej pracy naprzód po drodze nowoczesnego postępu.

Liczne referaty, zgrupowane koło pewnych będących na dobie tematów i poddane dyskusji na zjeździe, są doskonałym środkiem do skupienia uwagi ogółu na ważnych zagadnieniach ostatniej chwili, do zapoznania go z nowymi prądami, drogami, pomysłami i tendencjami w rozwoju nauki i techniki, do zastanowienia się nad tym, co my powinniśmy przejąć dla siebie z dorobku i doświadczenia obcych, żeby nadrobić swe opóźnienie w stosunku do krajów przodujących w technice.

Posiedzenia techniczno-dyskusyjne bynajmniej nie wyczerpują normalnego programu Walnych Zgromadzeń SEPu. Ważną rolę wyznaczamy na swych zjazdach stronie techniczno-pokazowej. Korzystamy z pobytu co rok w innym punkcie kraju, żeby zapoznać się gromadnie z miejscowymi zakładami energetycznymi, przemysłowymi, szkolnymi itd., z ich skalą, organizacją, metodami i wynikami pracy. A niezależnie od tego organizowaliśmy podczas zjazdów ad hoc wcale poważne wystawy wyrobów całego krajowego przemysłu (Warszawa — 1933, Bydgoszcz — 1935, Katowice — 1939) lub w mniejszej skali pokazy tych wyrobów (Łódź — 1932, Kraków — 1934). Pierwsze Walne Zgromadzenie SEPu wręcz urządziliśmy z analogicznych pobudek na wystawie PWK w Poznaniu w 1929 roku.

Dla szybkiego i fachowego informowania swych członków o postępach rodzimego przemysłu elektrotechnicznego wprowadziliśmy od 1932 roku na swych Walnych Zgromadzeniach zgłaszanie przez fabryki krajowe w ogólnym cyklu „Postępów polskiego przemysłu elektrotechnicznego" informacji o osiągnięciach tych fabryk w ciągu ubiegłego roku. Była to najszlachetniejsza forma reklamy, pozostająca pod fachową i obiektywną kontrolą SEPu.

Przypomnijmy jeszcze, że już przed wojną SEP nawiązał współpracę z pokrewnym stowarzyszeniem zagranicznym: oto w 1933 r. na nasze zaproszenie bratnie stowarzyszenie czechosłowackie — Elektrotechnicky Svaz Československy — zjechało do Warszawy i tu odbyło swoje walne zgromadzenie łącznie z naszym. Z tej okazji wydaliśmy zeszyt Przeglądu Elektrotechnicznego poświęcony elektrotechnice czechosłowackiej, a Elektrotechnicky Obzor wydał zeszyt poświęcony elektrotechnice naszej.

Jeżeli przed wojną, w epoce konkurencji i zrozumiałych antagonizmów międzyfirmowych w przemyśle prywatnym walne zgromadzenia SEPu potrafiły spełniać z powodzeniem rolę czynnika mitygującego przeciwieństwa i koordynującego pracę ku pożytkowi ogółu, to o ileż łatwiejsze, ale niemniej ważne i wdzięczne zadanie mają one do spełnienia obecnie, kiedy przeważająca część naszej energetyki i naszego przemysłu została upaństwowiona.

Pora już, żebyśmy przywrócili swym Walnym Zgromadzeniom ich rolę przedwojenną, rozszerzyli ją i dostosowali do zmienionych warunków naszego życia państwowego w ogóle, a gospodarczego, przemysłowego i technicznego w szczególności. Przybyły nam do roztrząsania i rozwiązywania na walnych zgromadzeniach takie nowe zagadnienia, jak sprawy gospodarki planowej, wybiegającej już dziś poza będący w toku realizacji plan trzyletni, a w szczególności zagadnienia planu technicznego, współzawodnictwa pracy i in. Uzupełniając tymi sprawami programy swych zjazdów, zrealizujemy zadania, które NOT w ten sposób sformułował w wytycznych dla zjazdów technicznych:

„Zjazdy w nowych warunkach gospodarki uspołecznionej stają się częścią składową procesu gospodarczego. Dają one możliwość krytyki i samokrytyki, dają możność unikania błędów względnie szybkiego ich poprawiania, są wyrazem opinii i kontroli społecznej środowiska inżynierów i techników, są najlepszą platformą zetknięcia się świata technicznego z przedstawicielami myśli gospodarczej".

Ażeby nasze Walne Zgromadzenia zawsze chlubnie wywiązywały się ze swych zadań, możemy i powinniśmy niejedno udoskonalić w stosunku do praktyki dotychczasowej. Referaty przeznaczone do dyskusji powinniśmy ogłaszać w PE na dwa miesiące przed zjazdem, aby wszyscy członkowie mogli należycie przygotować się do dyskusji, która powinna objąć jak najszersze koła naszych członków i nie ograniczać się tylko do uczestników zjazdu. Wszak w dyskusji mogą doskonale brać udział również nieobecni — mogą oni często lepiej, zwięźlej i dokładniej niż z trybuny zjazdowej wyłożyć na piśmie to, co mają do powiedzenia: prosić o wyjaśnienia lub uzupełnienia do referatu, dorzucić od siebie dodatkowe wiadomości, snuć za autorem dalsze myśli i wnioski itd. Dyskusja piśmienna, która może się zacząć jeszcze przed zjazdem, a kończyć nawet po zjeździe, powinna być razem z ustną ogłaszana w PE.

Innym udoskonaleniem naszej praktyki zjazdowej byłoby urządzanie na każdym Walnym Zgromadzeniu poważnego pokazu osiągnięć krajowego przemysłu z ubiegłego roku. Nie ma to być kosztowna, tonąca w powodzi dekoracji, zgiełkliwa wystawa publiczna, lecz pokaz zamknięty, urządzony jak najprościej i przeznaczony wyłącznie dla fachowców, gdzie przy każdym wystawionym przedmiocie specjalista-użytkownik mógłby otrzymać fachowe i wyczerpujące wyjaśnienia od specjalisty-wytwórcy i podzielić się z nim swymi uwagami i radami.

Tadeusz Czaplicki

XIV WALNE ZGROMADZENIE S. E. P.

SZCZECIN 10-13. VI. 48.

REFERATY I KOMUNIKATY ZJAZDOWE

DZIAŁ ENERGETYCZNY

PAWEŁ JAN NOWACKI
DR INŻ.

Koncepcja krajowej sieci najwyższych napięć

Treść. Analiza zapotrzebowania energii elektrycznej oraz mocy siłowni w Polsce dla planowanej produkcji rocznej 17,5 mlrd. kWh. Rozmieszczenie przestrzenne zapotrzebowania i produkcji energii elektrycznej. Koncepcja sieci o napięciach 220 i 110 kV. Szkic zagadnień technicznych związanych z przyszłą siecią.

Общие основы проекта будущей сети наиболее высоких напряжений в Польше. Анализ потребления электрической энергии и мощности электростанций для предполагаемого годового производства 17,5.10⁹ kWh. Пространственное распределение потребления и производства электрической энергии в стране. Краткое описание идейных основ сетей на 220 и 110 kV. Перечень технических проблем, связанных с осуществлением будущей сети.

Conception of a National High Tension System. Analysis of demand for electric energy and for capacity of power plants in Poland in connection with a planned annual output of 17,5 milliards kWh. Distribution of demand and output of electric energy throughout the country. Conception of systems of 220 and 110 kV. Resumé of the engineering problems pertaining to the future system.

Idées fondamentales relatives à un réseau à très haute tension en Pologne. Analyse des besoins d'énergie électrique et des puissances des usines génératrices en Pologne pour une production annuelle de 17,5 milliards de kWh selon le plan. Répartition, sur le territoire du pays, des besoins et de la production d'énergie électrique. Idées sur des réseaux de 220 et 110 kV. Problèmes généraux techniques ayant trait au réseau à venir.

1. Wstęp.

Referat niniejszy przedstawia w sposób szkicowy tendencje rozwojowe krajowej sieci najwyższych napięć. Za wcześnie jest w obecnym stadium planowania na dalszą metę podawać plan sieci w formie ostatecznej i obowiązującej i należy raczej ograniczyć się do pierwszego przybliżenia sieci; po nim nastąpią w miarę napływu dokładniejszych materiałów dalsze przybliżenia, które w asymptotycznej formie upodobnią się do przyszłej rzeczywistości — tj. sieci opartej na planie elektryfikacji Polski, skoordynowanym ze wszystkimi dziedzinami życia gospodarczego.

Na wstępie ustalmy 3 główne tezy, które powinny obowiązywać przy planie sieci:

1. elektrownie i sieci powinny być budowane tak, aby suma kosztów zakładowych elektrowni i sieci była najmniejsza;

2. roczne koszty eksploatacji elektrowni i sieci również powinny być najmniejsze;

3. sieć powinna zaspokoić wszystkie wymagania gospodarki państwowej.

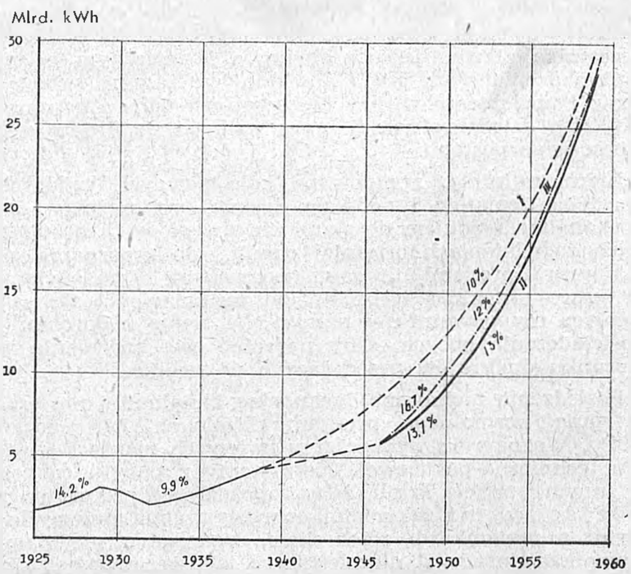
W praktyce nie zawsze można pogodzić warunek pierwszy z drugim. Idealna sieć spełniałaby tylko rolę wyrównawczą, a elektrownie byłyby budowane w ośrodkach spożycia. Koszty ruchu byłyby wtedy — jeśli chodzi o sieć — najmniejsze. Niestety w naszych warunkach geograficznych, geologicznych i hydrograficznych sieć idealna nie jest możliwa. Nasze źródła energii, tj. węgiel kamienny oraz siły wodne dorzecza Wisły i Sanu, znajdują się na południu kraju. Co prawda w środkowym pasie Polski znajdują się poważne zasoby węgla brunatnego, nie są one jednak należycie zbadane do tego stopnia, by usprawiedliwiały już dziś realne projekty ekonomicznych elektrowni. Również przy planowaniu na średnio długie okresy kwestia kanalizacji Wisły nie jest jeszcze aktualna, zwłaszcza gdy chodzi o gradację „ciężaru gatunkowego" zagadnień gospodarczych najbliższych lat.

2. Przewidywany rozwój produkcji energii elektrycznej w Polsce.

Przystępując do koncepcji sieci należy sobie szkicowo uprzytomnić zapotrzebowanie energii elektrycznej i mocy szczytowej na terenie kraju. Na rys. 1 podano roczną wytwórczość na terenie Polski przedwojennej w latach od roku 1925 do roku 1938. W okresie koniunktury gospodarczej (1925—1929) roczny przyrost produkcji energii elektrycznej wynosił ok. 14,2%. Po kryzysie lat 1929 do 1932 dalszy przyrost roczny produkcji wynosił około 9,9% aż do roku 1938. Po wojnie ubyły pewne pod względem wytwórczości energii elektrycznej mało znaczące tereny, a przybyły nam Ziemie Odzyskane. Założono, że gdyby roczny przyrost produkcji energii elektrycznej wynosił 10% dla terenu obecnego Polski i gdyby nie uwzględniono lat wojny, to krzywa I na rys. 1 przedstawiałaby normalny rozwój wytwórczości energii elektrycznej.

Wytwórczość ta powinna wynosić np. dla roku 1947 około 9,5 mlrd. kWh zamiast rzeczywistej wytwórczości w wysokości 6,614 mlrd. kWh, a np. w roku 1955 powinna wynosić ok. 20,5 mlrd. kWh. Jest bowiem faktem statystycznie dowiedzionym, że wytwórczość energii elektrycznej danego kraju w normalnych czasach pokojowych wykazuje pewną stałą tendencję wzrostu i wszelkie kataklizmy, jak wojny itp. mają tylko ten wpływ, że np. po wojnie następuje gwałtowniejszy wzrost produkcji energii elektrycznej tak, by zbliżyć się ponownie jak najprędzej do naturalnej krzywej wzrostu tej produkcji.

Zjawisko to obserwujemy także w obecnej fazie planu trzyletniego. I tak na przykład produkcja energii elektrycznej w roku 1947 wzrosła o 15,6%, a przeciętny wzrost roczny przewidziany w okresie od 1946 do 1949 wynosi około 13,7%, przy czym produkcja energii elektrycznej,



Rys. 1. Roczna wytwórczość energii elektrycznej na terenie Polski

planowana na rok 1949, ma wynieść 8,4 mlrd. kWh. Ponieważ państwo nasze znajduje się w fazie zarówno odbudowy zniszczeń wojennych, jak i rozbudowy planowej, założono dalszy wzrost wytwórczości w wysokości ok. 13%. Wzrost ten uwidoczniony jest na rys. 1 krzywą II. Krzywa ta daje np. dla r. 1955 wartość ok. 17,5 mldr. kWh. Produkcja energii elektrycznej nie odpowiada na razie zapotrzebowaniu faktycznemu. Kraj znajduje się w okresie braku energii elektrycznej i na przykład dla r. 1949 wszystkie potrzeby konsumentów byłyby zaspokojone, gdyby produkcja energii elektrycznej wynosiła ok. 9,2 mlrd. kWh. Zakładając tę wartość jako wyjściową i biorąc pod uwagę planowany przyrost roczny produkcji energii elektrycznej w wysokości 12% zamiast 13%, otrzymalibyśmy wartość produkcji energii elektrycznej na przykład dla r. 1955 ok.

18 mlrd. kWh (krzywa III). Faktyczna wartość produkcji energii elektrycznej powinna zatem przykładowo wynosić dla roku 1955 od 17,5 do 20,5 mlrd. kWh. Dla dalszego rozważania tematu, tj. koncepcji sieci krajowej najwyższych napięć, założono roczną produkcję energii elektrycznej ok. 17,5 mlrd. kWh.

3. Przestrzenny rozkład zapotrzebowania i produkcji energii elektrycznej.

Celem naszkicowania przestrzennego rozkładu zapotrzebowania energii elektrycznej można wyjść ze znanych już statystyk za r. 1946. W tabl. I podano produkcję energii elektrycznej elektrowni zawodowych i przemysłowych na terenie zjednoczeń energetycznych za r. 1946.

Tablica I. Dane o Zjednoczeniach Energetycznych za rok 1946

Zjednoczenie	Powierzchnia km²	Ludność w tysiącach	Produkcja roczna 10^6 kWh	Moc szczytowa MW	Moc zainstal. MW	Czas użytk. szczytu h	% wytwórczości
I. Warszawskie	11 460	1 530	196	62	90	3 180	3,43
II. Radomsko - Kieleckie	19 600	1 870	42	15	18	2 800	0,73
III. Łódzkie	20 300	2 422	431	109	199	3 950	7,55
IV. Mazowieckie	29 300	2 011	76	16	43	4 750	1,33
V. Białostockie	24 000	1 010	6	3	8	2 000	0,10
VI. Lubelskie	29 140	2 012	32	11	13	2 910	0,56
VII. Krakowskie	33 250	3 650	436	108	216	4 030	7,63
VIII. Zagłębie Węglowe	16 612	2 950	3 303	569	967	5 820	57,86
IX. Dolno-Śląskie	24 000	1 891	632	161	303	3 920	11,07
X. Poznańskie	28 350	1 590	178	54	93	3 300	3,13
XI. Pomorze Zachodnie	21 570	598	131	37	61	3 540	2,31
XII. Pomorskie i Wybrzeże	31 900	1 933	212	81	104	2 620	3,71
XIII. Mazurskie	20 630	433	34	19	26	1 790	0,59
Razem	310 112	23 900	5 709	1 245	2 141	4 580	100,00

Przechodząc do produkcji rocznej 17,5 mlrd. kWh oraz do jej rozdziału na poszczególne okręgi energetyczne, należałoby znać dokładne rozmieszczenie ludności, jej podział na mieszkańców miast i wsi, dokładne rozmieszczenie terenowe przemysłu itd. To wszystko stanowiłoby oczywiście oddzielny temat referatu. Na razie przyjęto, na podstawie bardzo zresztą przybliżonych danych, założenia przy stanie ludności ok. 26 mln. z odpowiednim jej podziałem. Podział ludności przyjęto na podstawie tabl. II.

Tablica II. Podział ludności na Zjednoczenia Energetyczne przy stanie 26 mln. dla całego państwa

Zjednoczenie	Ludność miast (tys.)	Ludność wsi (tys.)	Razem (tys.)
I	1 050	560	1 610
II	530	1 470	2 000
III	1 350	1 280	2 630
IV	260	1 920	2 180
V	250	850	1 100
VI	460	1 740	2 200
VII	1 150	2 850	4 000
VIII	1 600	1 700	3 300
IX	1 080	960	2 040
X	1 230	490	1 720
XI	440	210	650
XII	1 250	850	2 100
XIII	150	320	470
Razem	10 800	15 200	26 000

Na podstawie tabl. II oraz przyjętego rozmieszczenia przestrzennego przemysłu, trakcji, spożycia miast i wsi sporządzono tabl. III, dającą obraz zapotrzebowania energii elektrycznej oraz mocy szczytowej w poszczególnych zjednoczeniach energetycznych.

Wyniki tabl. III dają następujące średniówki:
zużycie energii elektr. na mieszkańca: ok. 675 kWh/m.
zużycie energii elektr. na mieszkańca miast: ok. 158 kWh/m.
zużycie energii elektr. na mieszkańca wsi: ok. 10 kWh/m.

Należy zwrócić uwagę, że w tabl. III czasy podane są to czasy wykorzystania mocy szczytowej; są one ilorazem czasu użytkowania szczytu i spółczynnika udziału mocy szczytowej poszczególnej grupy odbiorców w szczycie zbiorowym. Tak np. w rolnictwie czas użytkowania szczytu wynosi tylko ok. 350 godzin, a spółczynnik udziału mocy szczytowej rolnictwa (przypadającej latem) w szczycie ogólnym wyniesie np. 16%, stąd wynika czas wykorzystania mocy szczytowej

$$T_s = 350 : 0{,}16 = \text{ok. } 2\,187 \text{ h.}$$

4. Rozmieszczenie elektrowni.

Dla powyżej zestawionego zapotrzebowania energii elektrycznej i mocy szczytowej należy z kolei przewidzieć odpowiednie pokrycie w siłowniach. Można znowu wziąć za punkt wyjścia stan obecny. Według statystyki elektrycznej Centralnego Zarządu Energetyki za rok 1947 łączna moc zainstalowana 232 zakładów wytwórczych wynosi 2284 MW; w tym elektrownie zawodowe partycypują w wysokości 1196 MW, a elektrownie niezawodowe czyli przemysłowe w wysokości 1088 MW. Faktycznie jednak moc rozporządzalna nie przekracza ok. 1890 MW, z czego na elektrownie wodne przypada ok. 164,5 MW. Wprawdzie można by podwyższyć moc rozporządzalną i zbliżyć ją do mocy nominalnej instalowanej, istnieje jednak dużo wąskich przekrojów, zwłaszcza w przestarzałych kotłach, turbinach i urządzeniach pomocniczych; sprawność urządzeń 30- do 40-letnich byłaby zbyt niska, a zużycie węgla na wytworzoną kWh byłoby zbyt wysokie. Należy praktycznie liczyć się z faktem, że nawet z tej mocy rozporządzalnej należy skreślić dalsze siłownie przestarzałe, to też do dalszych rozważań przyjęto moc rozporządzalną rzędu 1800 MW w istniejących elektrowniach, które będą jeszcze czynne wówczas, gdy produkcja energi elektrycznej wyniesie ok. 17,5 mlrd. kWh.

Jak wynika z zestawienia tabl. III łączne zapotrzebowanie mocy szczytowej wyniesie 3634 MW; licząc przy dobrze powiązanej sieci 10% rezerwy, znajdujemy, że moc zainstalowana winna wynosić ok. 4000 MW, tzn. że należy zainwestować w międzyczasie ok. 2200 MW. Wybór przestrzenny tej mocy zależy oczywiście od rozmieszczenia źródeł energii.

Najłatwiej zacząć od elektrowni wodnych.

a) Siły wodne. Dane co do zasobów wodnych można znaleźć w różnych pracach i nie należą one do tematu. Należy tylko nadmienić, że w budowie znajdują się obecnie siłownie wodne podane w tabl. IV. Ponadto w tabl. IV podano zakłady wodne planowane w najbliższym dziesięcioleciu. Na podstawie tabl. IV przyjęto do koncepcji sieci dla założonej produkcji 17,5 mlrd. kWh siłownie wodne z pozycji 1—6 oraz 9, razem ok. 189 MW, na resztę mocy potrzebnej należy przewidzieć elektrownie cieplne.

b) Węgiel brunatny. Poza złożami dolnośląskimi w okolicy Turowa posiadamy w Polsce środkowej złoża w Koninie o zasobności ok. 500 mln. ton. Szacując eksploatację tych złóż na sto lat, moglibyśmy przy rocznym wydobyciu ok. 5 mln. t. i uwzględnieniu zamiennika: 1 kg węgla brunatnego = ok. 1 kWh wytworzyć w elektrowni w Koninie rocznie do 5 mlrd. kWh. Należy jednak uwzględnić fakt, że wydobycie całkowite nie pójdzie wyłącznie na produkcję energii elektrycznej; przeciwnie.

Tablica III. Zapotrzebowanie energii elektrycznej

Zjednoczenie Energetyczne	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	A	P_s	A	P_s	A	P_s	A	P_s	A	P_s	A	P_s	A	P_s
	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW
Przemysł	211	53	198	49	622	177	142	28	43	14	31	8	1 321	220
Miasta	262	105	53	24	338	141	13	6	12	6	23	11	144	72
Wsi	6	3	15	7	13	6	19	9	8	4	17	7	28	14
Trakcja	70	15	—	—	226	48	100	21	—	—	—	—	—	—
Eksport	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Straty	96	16	44	11	212	53	48	10	11	3	12	3	262	52
Suma:	645	192	310	91	1 411	425	322	74	74	27	83	29	1 755	358

Zestawienie

Zjednoczenie	A 10^6 KWh	A' %	T_s godzin	P_s MW
I	645	3,67	3 360	192
II	310	1,77	3 410	91
III	1 411	8,02	3 320	425
IV	322	1,83	4 350	74
V	74	0,43	2 740	27
VI	83	0,47	2 860	29
VII	1 755	9,99	4 920	358
VIII	9 653	54,94	5 900	1 635
IX	1 514	8,61	4 620	328
X	532	3,02	3 470	153
XI	284	1,62	4 240	67
XII	866	4,93	3 930	220
XIII	123	0,70	3 520	35
Suma	17 572	100,00	4 830	3 634

Objaśnienia:
A — Zapotrzebowanie roczne w mln. kWh
P_s — moc szczytowa w MW
T_s — czas wyzyskania mocy szczytowej w godzinach

większa część wydobycia posłuży do wyrobu brykietów, a przede wszystkim do celów chemicznych. Na razie przyjęto, że w Koninie można się liczyć z elektrownią rzędu 75 MW.

c) Elektrownie na torfie. Na razie nie uwzględniono.

d) Elektrownie na węglu kamiennym. Przy rozmieszczeniu elektrowni pracujących na węglu kamiennym kierowano się zasadą: używać ile możności miału czyli węgla nie nadającego się do transportu. Oznacza to, że elektrownie będą budowane w pobliżu kopalń, względnie w promieniu ok. 15—20 km od kopalń. Warto nadmienić, że transport węgla dla elektroenergetyki nie tylko zwiększa koszt 1 kWh, lecz ponadto wymaga taboru kolejowego, który można by zużytkować na inne cele gospodarki państwowej. Oto np. w r. 1947 transport węgla absorbował ok. 0,11 tono-kilometrów na 1 kWh wyprodukowaną. Szczęśliwie się składa, że w Zagłębiu Węglowym (tabl. III) znajduje się także większość odbioru przemysłowego, tak że zagadnienie dostarczenia mocy nie nastręcza zbyt wielkich trudności.

Tablica IV. Ważniejsze siłownie wodne w budowie oraz planowane w najbliższym dziesięcioleciu

Nazwa	Moc zainstalowana MW	Uwagi
Dychów	75	W budowie
Porąbka	20	„
Czchów	10	„
Odra (Brzeg)	10	„
Smukała	4	„
Koronowo	20	Planow. 1949—52
Goczałkowice	5	„ 1950—52
Mianów	5	„ 1950—51
Dynów	50	„ 1951—54
Tuchola	45	„ 1951—53
Włocławek	100	„ 1952—56
Wyszogród	100	„ 1952—56
Bielany	20	„ 1952—54
Popów	50	„ 1952—56
Jazowsko	50	„ 1955—58
Solina	30	„ 1955—57
Czorsztyn	75	„ 1955—58
Dobczyce	10	„ 1956—58
Kamienica	5	„ 1956—58
Tresna	15	„ 1957—58
Myczkowce	5	„ 1957—58
Różne	5	
Razem	709	

Nie wszystkie natomiast elektrownie należy budować w Zagłębiu Węglowym. W dużych ośrodkach spożycia mających dogodne warunki komunikacyjne, zwłaszcza wodne, uwzględniono szereg elektrowni na węglu kamiennym, a więc w Warszawie oraz na wybrzeżu, jak w Szczecinie, Gdyni, Gdańsku i w Elblągu. Co do ostatnich elektrowni, to odległości od Zagłębia Węglowego są tego rzędu, że gospodarność linii przesyłowych byłaby już wątpliwa, jeżeli nawet pominąć wszelkie inne względy. Łączne moce zestawiono w jednej z alternatyw w tabl. V bez specyfikacji poszczególnych elektrowni.

W tabl. V podano łączne moce zarówno elektrowni zawodowych jak i przemysłowych. W kolumnie 7 tej tablicy podano moc szczytową własną; jest to udział mocy dyspozycyjnej poszczególnych zjednoczeń energetycznych w szczycie ogólnym, przy czym nie uwzględniono w tej kolumnie elektrowni małych oraz elektrowni przemysłowych pracujących tylko na jedną zmianę i nie biorących udziału w szczycie.

Tablica V. Zestawienie mocy zainstalowanych i rozporządzalnych dla produkcji rocznej 17,5 mlrd. kWh

Zjednoczenie Energetyczne	Zapotrzebowanie mocy szczytowej MW	Moc rozporządz. obecna MW	Likwidacja starych jednostek MW	Przyrost mocy nowych siłowni MW	Moc zainstalowana MW	Moc szczytowa własna MW
I	192	102,5	—	56,0	158,5	147
II	91	17,9	—	9,0	26,9	14
III	425	231,9	—	28,8	260,7	260
IV	74	42,3	—	75,0	117,3	90
V	27	9,0	—	18,0	27,0	26
VI	29	14,4	—	—	14,4	10
VII	358	184,7	12,0	609,0	781.7	672
VIII	1 635	790,8	27,4	900,8	1 664,2	1 570
IX	328	218,6	30,4	208,4	396,6	359
X	153	92,6	8,9	156,6	240,3	182
XI	67	42,3	—	62,5	104,8	93
XII	220	112,7	11,2	125,0	226,5	172
XIII	35	30,4	—	20,0	50,4	39
Razem	3 634	1 890,1	89,9	2 269,1	4 069,3	3 634

5. Koncepcja sieci krajowej.

Tablica V stanowi początek koncepcji szkicowej sieci krajowej najwyższych napięć. Jeśli się zestawi kolumny 2 i 7 tabl. V, można łatwo wyliczyć nadmiary i niedobory mocy oraz wysnuć wnioski, jak powinien być dokonany przelew mocy pomiędzy zjednoczeniami energetycznymi.

i mocy szczytowej przy produkcji rocznej 17,5 mlrd. kWh

VIII		IX		X		XI		XII		XIII		Razem: I — XIII		
A	P_s	A	P_s	A	P_s	A	P_s	A	P_s	A	P_s	A	T_s	P_s
10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	MW	10^6 kWh	godzin	MW
6 732	1 040	993	196	294	65	185	34	482	107	82	20	11 336	5 660	2 011
400	167	135	61	154	70	55	25	106	53	18	9	1 713	2 290	750
17	8	10	5	5	2	2	1	8	4	3	1	151	2 130	71
474	100	—	—	—	—	—	—	140	30	—	—	1 010	4 700	214
600	100	150	25	—	--	—	—	—	—	—	—	750	6 000	125
1 430	220	226	41	79	16	42	7	130	26	20	5	2 612	5 640	463
9 653	1 635	1 514	328	532	153	284	67	866	220	123	35	17 572	4 830	3 634

W tym celu sporządzono tabl. VI, która określa spółczynnik wymiany energetycznej, a mianowicie stosunek nadwyżek lub niedoborów mocy do całkowitej mocy szczytowej; wynosi on w naszym wypadku

$$w_e = 420 : 3634 = \text{ok. } 11{,}55\%.$$

Spółczynnik ten byłby 0 w wypadku, gdyby wszystkie elektrownie zasilały odbiory bez sieci, spółczynnik ten wynosi 100% w wypadku, gdyby wszystkie odbiory były bardzo oddalone od źródeł wytwarzania.

T a b l i c a VI. Rozdział obciążeń szczytowych przy produkcji 17,5 mlrd. kWh

Zjednoczenie Energetyczne	Zapotrzebowanie mocy szczytowej MW	Moc szczytowa własna MW	Nadmiar MW	Niedobór MW
I	192	147	—	45
II	91	14	—	77
III	425	260	—	165
IV	74	90	16	—
V	27	26	—	1
VI	29	10	—	19
VII	358	672	314	—
VIII	1 635	1 570	—	65
IX	328	359	31	—
X	153	182	29	—
XI	67	93	26	—
XII	220	172	—	48
XIII	35	39	4	—
Razem	3 634	3 634	+420	—420

Spółczynnik ten jest różny dla różnych zjednoczeń. Jest on największy dla Zjednoczenia VII (Krakowskiego), III (Łódzkiego) i II (Radomsko-Kieleckiego). Wypływa stąd wniosek, że należy się tam spodziewać linii o największej przelotności, a co za tym idzie — linii o najwyższym napięciu.

Zanim przystąpimy do analizy sieci, można jeszcze dokonać bilansu rozpływu mocy na podstawie szkicu, na razie jeszcze bez mapy. Na rys. 2 podano bilans mocy w wariancie, który się nasuwa z wyników tabl. VI.

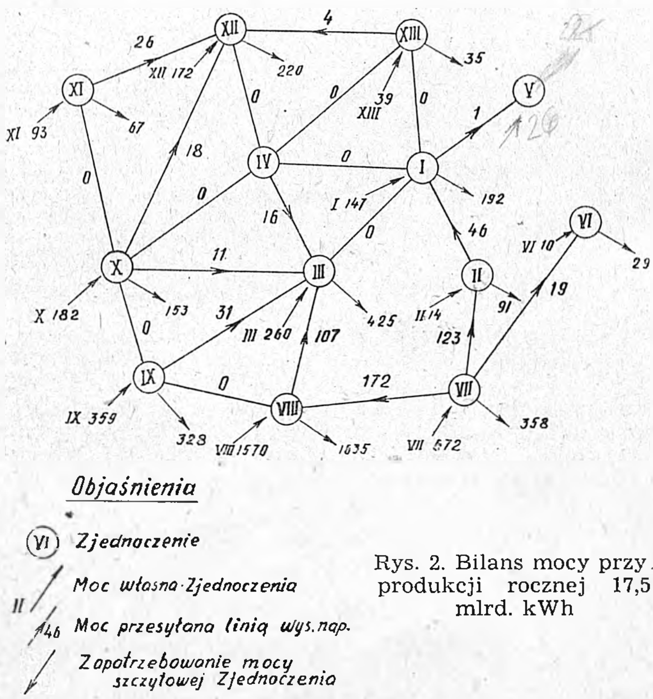
6. Analiza koncepcji sieci krajowej.

Mapa na rys. 3 przedstawia koncepcję sieci krajowej najwyższych napięć dla produkcji energii elektrycznej w wysokości ok. 17,5 mlrd. kWh.

Mapa jest oczywiście oparta na już istniejących liniach. Koncepcja sieci, wysnuta na tle powyższych rozważań, potwierdza nie tylko realizacje i zamierzenia energetyki polskiej z lat ubiegłych, lecz potwierdza także całkowicie inwestycje dotychczas wykonane w planie trzyletnim z tą różnicą, że inwestycje obecnie wykonywa się znacznie szybciej dzięki planowej gospodarce państwowej.

Przechodząc do analizy koncepcji sieci, należy sobie zdać sprawę z tego, że Polska centralna pozostanie deficytowa pod względem wytwórczym. Wielkość deficytu Zjednoczeń energetycznych II i III (oraz przez kilka lat Zjednoczenia I) jest tego rzędu, że ośrodek Łódzki, Starachowicki oraz Warszawski muszą być zasilane liniami o napięciu 220 kV. Jeśli ponadto uwzględnimy, że Warszawa w ciągu najbliższych lat będzie miała deficyt mocy rozporządzalnej zwłaszcza w okresie, kiedy nie będzie jeszcze nowej elektrowni warszawskiej, wówczas wynika, że Warszawa musi być powiązana z Łodzią również linią na 220 kV.

Gdyby Warszawa miała być zasilana wyłącznie jedną linią o napięciu 220 kV z Zagłębia Węglowego, wówczas linia jednotorowa nie wystarczałaby na trasie Łagisza—Łódź zarówno pod względem przelotności, jak i stateczności. Zachodzi zatem konieczność budowy drugiej linii na 220 kV do Warszawy. Można by tę linię zaprojektować z Zagłębia Węglowego w kierunku na Starachowice lub w kierunku na Warkę, okazuje się jednak, że lepiej jest poprowadzić drugą linię na 220 kV z Mościc przez Starachowice do Warszawy. Jak wynika z tabl. IV projektowanych siłowni wodnych, zakłady na Dunajcu i na Sanie usprawiedliwiają w zupełności stworzenie południowej szyny zbiorczej o napięciu 220 kV Byczyna—Mościce,



Rys. 2. Bilans mocy przy produkcji rocznej 17,5 mlrd. kWh

umożliwiającej w przyszłości należytą współpracę elektrowni cieplnych Zagłębia Węglowego z zakładami wodnymi masywu karpackiego. Ponadto słupy na trasie Mościce—Warszawa są przystosowane do napięcia 220 kV; koszty budowy linii na 220 kV będą zatem o wiele tańsze, aniżeli w każdej innej alternatywie. Poza tym Okręg Radomsko—Kielecki jest również deficytowy i według tabl. VI niedobór 77 MW musi i tak być pokrywany z Mościc; łącznie z odbiorem dla Warszawy obciążenie linii Mościce-Starachowice wyniesie ok. 123 MW, które trzeba już przesyłać linią o napięciu 220 kV.

Z chwilą, gdy wyłonił się problem dwu linii na 220 kV oraz trzeciej linii, tj. południowej szyny zbiorczej, należy zastanowić się nad kwestią zasilania s i e c i 220-kilowoltowej. Dochodzi poza tym linia eksportowa Byczyna—Marklowice do Czechosłowacji w najbliższej przyszłości. Dokładna analiza kosztów oraz zagadnień opanowania mocy odłączalnej i stateczności wykazuje, że najlepszym roz-

wiązaniem technicznym będzie samodzielna sieć na 220 kV zasilana przez jedną centralną elektrownię eksportową o mocy ok. 300 MW. Koncepcja podana jest oddzielnie schematycznie na rys. 4. Elektrownia ta będzie zasilała 2 stacje w Łagiszy i w Byczynie, przy czym obie stacje posiadać będą układy szyn zbiorczych na 110 kV i 220 kV, sprzężone ze sobą transformatorami o łącznej mocy 100 MVA. W ten sposób stworzone będą zręby przyszłej sieci 220-kilowoltowej, która w dalszych latach rozszerzy się na zachód w kierunku Dolnego Śląska oraz na północ, łącząc Zagłębie Węglowe z Wybrzeżem. Eksport na południe będzie się dokonywał linią Byczyna—Marklowice—Liškovec. W przyszłości tą linią, zresztą podwójną, popłynie energia elektryczna zarówno na eksport do Czechosłowacji, jak też tranzytem poprzez Czechosłowację na południową szynę zbiorczą sieci europejskiej.

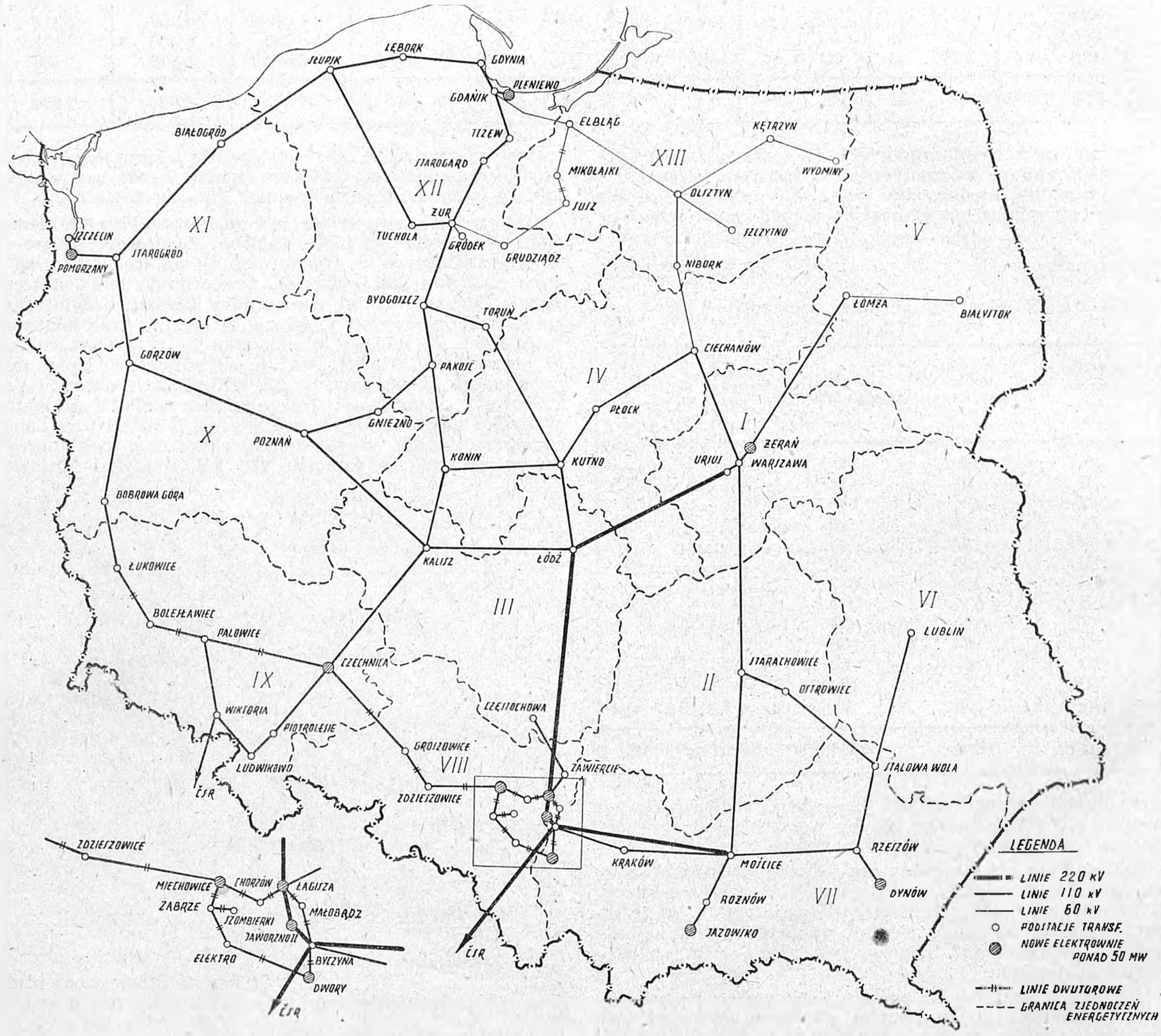
Koncepcja samej sieci 110-kilowoltowej jest już stosunkowo prosta i wypływa z istniejącej sieci, jak i z wyników tabl. VI oraz z rys. 2.

Okręg Łódzki powinien być powiązany nie tylko z Górnym Śląskiem, lecz również z Dolnym Śląskiem linią Czechnica—Kalisz, jak również z Okręgiem Poznańskim linią Poznań—Kalisz oraz z Okręgiem Mazowieckim linią Kutno—Łódź.

Linie „średnicowe" Gorzów—Poznań—Kalisz—Łódź—Warszawa pozwolą również na wyrównanie szczytów, gdyż należy pamiętać, że szczyty obciążeń przesuwają się w naszej szerokości geograficznej o jedną godzinę na Zachód przy odległości 1000 km, co przy odległości Gorzów—Warszawa (ok. 400 km) daje ok. 24 minut różnicy szczytów.

Szyna zachodnia i północna Bobrowa Góra—Gorzów—Szczecin—Gdynia są również usprawiedliwione ze względów przesyłowych i wyrównawczych.

Pierścień śląski podano schematycznie na rys. 5. Do pierścienia tego włączono szereg elektrowni największych, przy czym pierścień ten ma głównie charakter wyrównawczy. Wszystkie te elektrownie będą ze sobą powiązane liniami dwutorowymi o przekroju do $2 \times 3 \times 300$ mm² St/Al.



Rys. 3. Sieć krajowa najwyższych napięć przy produkcji rocznej 17,5 mlrd. kWh

7. Zagadnienia techniczne.

Na zakończenie parę uwag odnośnie zagadnień technicznych, zwłaszcza stateczności, uziemienia zera oraz sprzętu.

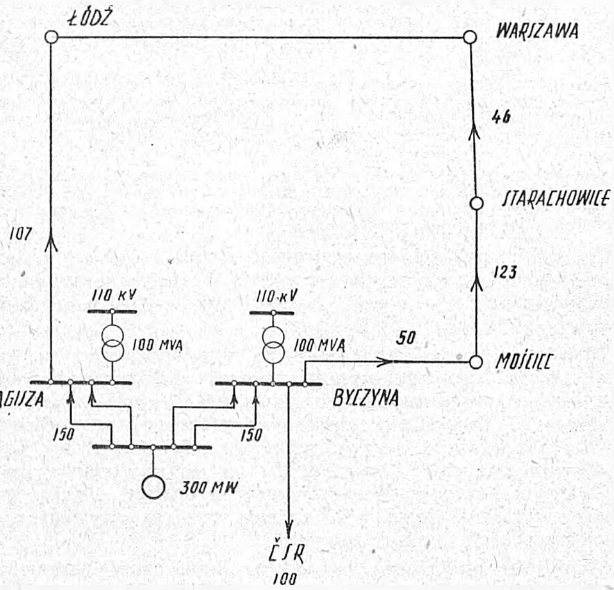
a) Stateczność

Należy zdać sobie sprawę, że głównym ograniczeniem przesyłania wielkich mocy na większe odległości jest zagadnienie stateczności. Jak wiadomo, zwiększenie stateczności uzyskuje się: 1. przez zmniejszenie całkowitego spadku biernego napięcia układu oraz 2. przez zmniejszenie czasu trwania i wielkości naprężeń termicznych i dynamicznych, spowodowanych przez zwarcia.

Ad 1. Całkowity bierny spadek napięcia spowodowany jest przez spadek napięcia w samej linii, spadki napięć w transformatorach nadawczych i odbiorczych, spadki

napięć spowodowane przez opory bierne przechodnie („transient reactances") w generatorach i kompensatorach synchronicznych na obu krańcach linii oraz przez oddziaływania tworników w tych szynach.

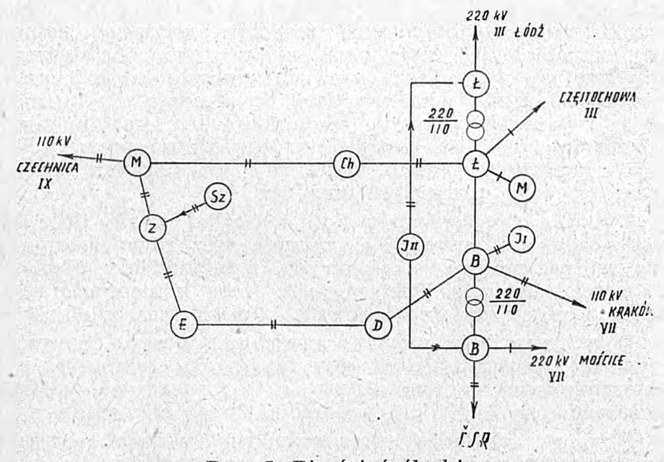
Wpływ oddziaływania twornika na stateczność można praktycznie pominąć przy stosowaniu regulatorów szybkodziałających oraz przez stosowanie odpowiednich wzbudnic o małym tłumieniu dynamicznym, jak też przez



Rys. 4. Sieć o napięciu 220 kV

stosowanie specjalnych wzbudnic dodawczych (rototrol firmy Westinghouse, amplidyny itp). Istnieją dziś wzbudnice, których zmiana napięcia w razie zwarcia w pobliżu siłowni wynosi 400 do 600% na jedną sekundę.

Spadek bierny napięcia w generatorach, transformatorach i kompensatorach synchronicznych można ograniczyć przez odpowiednią konstrukcję tych maszyn. Opory przechodnie nowoczesnych turbogeneratorów dwubiegunowych są rzędu 15%, a czterobiegunowych rzędu 23%.



Rys. 5. Pierścień śląski

Transformatory można również dziś budować na napięcie górne 220 kV o napięciu zwarcia 7—8% zamiast 13 do 15%.

Co się tyczy zmniejszenia spadku biernego w samej linii, to oczywiście wymiary słupów i średnica przewodu grają tutaj główną rolę. Wydatne obniżenie indukcyjności linii uzyskuje się przez stosowanie przewodów wielokrotnych dla jednej fazy (najczęściej stosuje się przewody podwójne).

Ad 2. Odnośnie ochrony linii należy zaznaczyć, że większość zakłóceń spowodowana jest zwarciem jednofazowym z ziemią. Stateczność linii długich zależy w dużej mierze od całkowitego czasu odłączania, który z kolei zależy od czasu przekaźników stosowanych i od czasu własnego wyłączników. Zmniejszenie całkowitego czasu odłączania o 0,05 sek. zwiększa granicę stateczności o ok. 10 do 20%. Stosując szybkodziałające przekaźniki oporowozależne w połączeniu ze zdalną kontrolą wielkiej częstotliwości oraz stosując wyłączniki powietrzne szybkodziałające można zmniejszyć całkowity czas odłączania do 0,11 sek. Zalecane jest poza tym stosowanie wyłączników z samoczynnym ponownym włączaniem zwłaszcza przy układzie z uziemionym zerem.

b) Kwestia izolacji zera

1. Uziemienie punktu zerowego bezpośrednie. Większość linii w układach amerykańskich i angielskich jest uziemiona wprost. Transformatory posiadają wówczas izolację stopniowaną i są zatem tańsze. Izolacja normalna układu może być obliczona na napięcie fazowe. Odnośnie przepięć należy zaznaczyć, że przepięcia spowodowane wypadkiem, czyli tzw. napięcia powracające nie przekraczają teoretycznie dwukrotnej wartości napięcia fazowego, a w praktyce są one niższe od tej wartości. Fale uskokowe doznają odbicia ujemnego od uziemionego punktu zerowego układu, to też dla ochrony przepięciowej ochronniki obliczone na napięcie fazowe są zalecone, lecz niekonieczne.

Prądy zwarcia z ziemią są, oczywiście, największe w tym układzie; ich czas trwania dochodzi do kilku sekund. Należy zaznaczyć, że bezpośrednie uziemienie zera daje największe zakłócenia, gdyż zwarcie z ziemią należy natychmiast odłączyć.

Niemniej jednak układ ten ma poważne zalety dla linii najwyższych napięć i ma poważne szanse zastosowania w polskiej sieci 220-kilowoltowej.

2. Uziemienie punktu zerowego przez strojony opór bierny (cewka gasikowa Petersena). Ten układ jest najpopularniejszy w Europie i cieszy się na ogół dużym zaufaniem wśród energetyków-ruchowców.

Co do izolacji normalnej układ ten wymaga izolacji na uszkodzona ma pracować przez czas dłuższy bez odłączenia. Przy uziemieniu jednej fazy wskutek zwarcia napięcia pozostałych faz względem ziemi wzrastają do wartości 1,73-krotnej. Fale uskokowe doznają pełnego odbicia od punktu zerowego układu, a więc ochronniki obliczone na napięcie sprzężone są konieczne.

Samoczynna wybiorczość uszkodzonej linii jest utrudniona w tym układzie, jednak może być zadowalająca przy stosowaniu specjalnych metod. Wartość prądu zwarcia z ziemią jest mała, czas trwania tego zwarcia może być teoretycznie dowolnie długi, przez co uzyskuje się najlepszą ciągłość ruchu.

Wydaje się, że układ ten utrzyma się w każdym razie w pierścieniu śląskim, podczas gdy reszta sieci 110-kilowoltowej może posiadać punkt zerowy uziemiony poprzez opory bierne o wartości poniżej strojeniowej.

c) Sprzęt

W rozdzielniach napowietrznych na 110 kV i 220 kV powinny być stosowane wyłączniki powietrzne z napędem pneumatycznym. Moce odłączalne zalecane dla układu 110 kV: 2500 MVA dla pierścienia śląskiego oraz 1500 MVA dla pozostałej sieci. Stacje powinny być znormalizowane. To samo dotyczy linii 110-kilowoltowych. Należy rozważyć konstrukcje słupów takie, przy których ilość stali konstrukcyjnej jest najmniejsza, tj. rozważyć słupy żelbetowe i drewniane. Prace w tym kierunku są zresztą już w toku.

8. Wnioski.

1. Istniejąca sieć polska najwyższych napięć jest zaprojektowana prawidłowo i stanowi dobry trzon sieci przyszłej bez zmian.

2. Zachodzi potrzeba w ciągu najbliższych lat stworzenia układu sieci na 220 kV, oddzielnie od układu na 110 kV. Układy mogą pracować oddzielnie wzgl. mogą być powiązane w dwóch stacjach mieszanego napięcia, w których łączna moc przelewana z jednego układu do drugiego wyniesie do 200 MVA.

PROF. INŻ. WŁODZIMIERZ SZUMILIN

Zadania i ustrój rozrządu elektroenergetycznego

Treść. Zadania rozrządu w elektroenergetyce i jego struktura organizacyjna. Bliższe omówienie pracy rozrządu w normalnych warunkach, a szczególnie w przypadkach zakłócenia ruchu. Kontrola czynności ruchowych i kierowanie nimi dla utrzymania przepisanych wielkości częstotliwości i napięcia. Rozdział mocy czynnej i biernej, sterowanie i pomiary zdalne. Zaczątek rozrządu elektroenergetycznego w Polsce.

Задачи и организация диспетчерской службы в электроэнергетике. Задачи диспетчерской службы и ее организационная схема. Детальное освещение вопросов, связанных с работой диспетчера в нормальных условиях, а в особенности во время аварий. Контрольные и распорядительские задачи диспетчера, имеющие целью поддерживание предписанной частоты и предписанного напряжения. Распределение действительной и кажущейся мощности. Управление и производство измерений на расстояние. Зачаток диспетчерской службы в польской электроэнергетике.

Problems and Structure of a Load Dispatching System. The problem of load dispatching in electric power systems and its organisational structure. Detailed considerations of load dispatching operation under normal conditions, and particular reference to cases of disturbances in operation. Control of operation and management thereof with the object of maintaining the figures of frequency and voltage provided for. Distribution of active and reactive power. Distance control and metering. Nucleous of electric load dispatching system in Poland.

Tâches et structure de la répartition de charge. Les tâches de la répartition et la structure de son organisation. Discription du travail du répartiteur de charge dans des conditions normales, et particulièrement dans les cas de perturbations du service. Contrôle des fonctions du service et leur commande pour conserver la fréquence et la tension préscrite. Distribution de la puissance active et réactive. Télécommande et télémesure. Début de la répartition de charge en Pologne.

1. Pochodzenie, cel i istota rozrządu.

Rozrząd jest stosunkowo młodą formą organizacji pracy technicznej, znany jest bowiem dopiero od 25 lat i znajduje się jeszcze w pierwszym okresie swego rozwoju. Tutaj ograniczymy się do rozpatrzenia rozrządu w jednej tylko dziedzinie techniki, a mianowicie w ruchu układu energetycznego, składającego się z elektrowni cieplnych lub wodnych pracujących równolegle, głównych linii przesyłowych z ich stacjami transformatorowymi oraz z linii przesyłowych rozdzielczych, jeżeli przez nie również odbywa się praca równoległa elektrowni, a więc ograniczymy się jedynie do elektroenergetyki. Szerzej pojęty rozrząd, o odmiennej technice, obejmuje również inne dziedziny, jak wodociągi, gazownictwo, koleje, obronę przeciwlotniczą (m. in. radar) itd.

Charakterystyczną cechą elektryfikacji w całej jej historii jest stale potęgująca się koncentracja produkcji energii elektrycznej i towarzyszący jej wzrost zarówno mocy zakładów wytwórczych, jak i rozciągłości sieci elektrycznych.

Powstające w chronologii swego rozwoju historycznego układy energetyczne obejmują swym zasięgiem: budynki, bloki budynków, dzielnice miasta, miasta w całości, okręgi, kraje, wreszcie (w projektach) sieci kontynentalne: w 1919—23 r. projekty Murray'a i Bauma w Ameryce, w 1929—30 r. projekty europejskie Olivena, Viela i innych. Można twierdzić, że nie trudności natury technicznej stoją na przeszkodzie do zrealizowania tych projektów.

Dzięki takim układom możemy w sposób najbardziej racjonalny wykorzystać źródła energetyczne obsługiwanego terenu, a możność elastycznego nimi manewrowania w znacznym stopniu podnosi efekt techniczny i gospodarczy zaopatrywania odbiorców w energię elektryczną.

Praca zespolona poszczególnych elementów układu energetycznego, z uwagi na ich złożoność techniczną i rozciągłość terenową, nie jest dziś do pomyślenia bez scentralizowanego nimi kierowania, koordynującego i kontrolującego pracę tych elementów.

Stąd powstała konieczność centralnego rozrządu, który jest jakby dowództwem wykonawczym planowej gospodarki elektroenergetycznej. Elektroenergetyka lat ubiegłych nie miała potrzeby stosowania rozrządu.

Pierwsze urządzenia rozrządcze powstały w Ameryce północnej po pierwszej wojnie światowej, następnie przeniknęły do Europy zachodniej; w Związku Radzieckim pierwsze urządzenia rozrządcze powstały w okręgu moskiewskim (Mosenergo) w 1926 roku.

Zaopatrywanie odbiorców w energię elektryczną wymaga zupełnie odmiennego charakteru wytwórczości niż we wszystkich innych gałęziach przemysłu, z uwagi na niemożność posiadania składów tej energii. Ilość wyprodukowanej energii elektrycznej w każdej chwili musi się równać ilości spożywanej (oczywiście z uwzględnieniem strat przesyłania). Akumulatory czy to elektryczne, czy wodne (zbiorniki pompowe), czy parowe (Ruthsa) są stosowane tylko w warunkach specjalnych, są kosztowne i nie dają większego odsetku w stosunku do ogólnej ilości wytwarzanej energii elektrycznej, a poza tym nie stanowią (z wyjątkiem akumulatorów) „składów" energii elektrycznej w czystej jej postaci. W innym bowiem rozumieniu składy węgla stanowiłyby również „składy" energii elektrycznej.

Konieczność pełnego pokrycia występującego w każdej chwili zapotrzebowania energii elektrycznej pociąga za sobą szereg bardzo istotnych konsekwencji dla techniki i gospodarki elektroenergetycznej w ogólności, a dla rozrządu w szczególności. Przede wszystkim należy wymienić duże wymagania co do pewności ruchu, a więc w stosunku do wytwarzania energii elektrycznej oraz wiążącej się z tym sprawy rezerw wytwórczych, przetwórczych i przesyłowych.

Wahania obciążenia powodują konieczność nieustannego regulowania wytwórczości. Zmienność krzywej obciążeń pogarsza wykorzystanie maszyn i utrudnia możność ich stałego obciążenia w najbardziej ekonomicznych warunkach pracy.

Okoliczności powyższe stwarzają o wiele ostrzejsze wymagania co do planowej pracy układów energetycznych w porównaniu z planowaniem w innych przemysłach.

Głównym zadaniem planowania ruchu elektrycznego jest taki rozdział obciążeń pomiędzy poszczególne elektrownie i takie przewidywanie uruchomienia i zatrzymania poszczególnych maszyn, ażeby w każdej chwili można było zaspokoić występujące zapotrzebowanie energii elektrycznej, spełnić najbardziej ekonomiczne warunki pracy poszczególnych zespołów, osiągnąć pełne wykorzystanie ich mocy, zapewnić przy tym dostateczną rezerwę we wszystkich ogniwach przesyłu energii oraz umożliwić zatrzymanie urządzeń do remontu. Spełnienie tych wymagań stanowi skomplikowane zagadnienie, szczególnie jeśli się uwzględni różnorodność poszczególnych elementów układu, odmienne warunki ich pracy oraz terenową rozciągłość urządzeń.

Wahania obciążenia powodują nie tylko zmiany ilościowe przepływu energii elektrycznej, lecz również zmianę jej parametrów jakościowych, a mianowicie: częstotliwości i napięcia. Pociąga to za sobą konieczność regulacji prócz obciążenia również dwóch tych wielkości.

Dotychczas była mowa o normalnej pracy. Sprawa znacznie się komplikuje, gdy nastąpi jej zakłócenie w którymkolwiek ogniwie układu, a to z uwagi na wielką wzajemną zależność pracy poszczególnych elementów.

Przestoje zakładów przemysłowych wskutek braku prądu mogą pociągnąć za sobą poważne straty dla gospodarki narodowej. Przy braku rozrządu szybka likwidacja uszkodzeń w rozległym układzie energetycznym byłaby wręcz niemożliwa.

Zasadnicze funkcje rozrządu dadzą się sformułować jak następuje:

a) Rozdział obciążeń pomiędzy poszczególne zakłady wytwórcze zgodnie z ustalonym planem pracy, dającym technicznie i gospodarczo najlepsze wyniki.

b) Kierowanie ruchowym (dyżurującym) personelem elektrowni i sieci w zakresie jego czynności regulowania częstotliwości i napięcia oraz rozdziału mocy czynnej i biernej.

c) Kierowanie wszelkimi przełączeniami w elektrowniach i transformatorniach w związku z bieżącymi zmia-

nami w schematach pracy, z uruchamianiem i zatrzymywaniem zespołów, jak również przekazywaniem urządzeń do rewizji i napraw.

d) Planowanie i zarządzanie wycofywania z ruchu urządzeń elektrownianych i sieciowych dla dokonywania bieżących oraz kapitalnych remontów. Ewidencja tych remontów i kalendarzowe koordynowanie ich z programami wytwórczymi.

e) Ustalanie najbardziej odpowiednich pod względem pewności ruchu i efektu gospodarczego rozkładów pracy układu (np. ograniczanie strat biegu jałowego, dokonywanie regularnych pomiarów rozdziału obciążeń itd.).

f) Czuwanie nad właściwym nastawieniem i pracą przekaźników w zabezpieczeniach wybiorczych.

g) Kierowanie możliwie najszybszą likwidacją wszelkich uszkodzeń, a w miarę możności zapobieganie im.

h) Sprawozdawczość ruchowa zarówno do użytku dyżurującego personelu rozrządczego, jak też dla władz przełożonych, charakteryzująca pracę układu energetycznego w okresie dyżuru, jako też pracę samego rozrządcy (np. krzywe obciążenia poszczególnych elektrowni oraz sumaryczny wykres obciążenia całego układu; wykresy zmienności częstotliwości i napięć, te ostatnie dla różnych punktów sieci; sprawozdania o zaszłych zakłóceniach ruchu i opis ich likwidacji; ewidencja wszystkich dokonanych przełączeń; notowanie rozmów telefonicznych itp.).

Dla sprostania tym zadaniom stało się rzeczą konieczną ustalenie właściwych metod pracy poszczególnych urządzeń technicznych oraz wydzielenie z ogólnej eksploatacji układów energetycznych odrębnego organu o kierowniczym charakterze w zakresie czynności operacyjno-technicznych. Organem tym jest właśnie centralny rozrząd. W swych czynnościach dotyczących ruchu organ ten posiada uprawnienia dyktatorskie, gdyż sprężyste prowadzenie ruchu technicznie skomplikowanego tworu, jakim jest zespolony układ energetyczny, wymaga bezapelacyjnego i natychmiastowego wykonania wydanych zleceń. Żadne tłumaczenia ani dyskusje nie są tu dopuszczalne, gdyż mogłyby spowodować nieporozumienia, a więc i zakłócenia ruchu. Żadna dwuznaczność w najdrobniejszych nawet poleceniach nie może być tolerowana.

Jasne i zdecydowane polecenia są jednym z podstawowych warunków dobrego rozrządu. Poza tym bardzo ważną rzeczą jest tu odpowiedzialność za wszelkie czynności ruchowe, a ta jest możliwa do ustalenia jedynie przy ścisłym wykonywaniu otrzymywanych zarządzeń i sumiennym przestrzeganiu wszelkich instrukcji ruchowych. Skoro jednak polecenia rozrządcy są tak bezapelacyjne, obowiązuje je bezbłędność, celowość i prostota ujęcia.

Kontrolować, mierzyć, regulować, zabezpieczać, meldować, czuwać, dysponować, przewidywać — oto są podstawowe czynności rozrządcy. Dyżurny rozrządca sprawuje zazwyczaj tylko codzienne ruchowe kierowanie pracą układu energetycznego. Natomiast wszelkie planowania pracy układu, ustalanie takich czy innych rozwiązań typowych i tym podobne czynności o charakterze ogólnym są dokonywane w specjalnych technicznych biurach rozrządczych, które przygotowują materiał i wskazania dla bieżącej pracy personelu dyżurującego. One też dokonują koniecznych obliczeń rozpływu mocy, prądów zwarcia, stateczności pracy równoległej elektrowni, zestawiają bilanse mocy, wykreślają przewidywane krzywe obciążeń, wykresy napięć i rozwiązują inne tym podobne zagadnienia.

2. Struktura organizacyjna rozrządu.

a) Kilka stopni rozrządu

Struktura organizacyjna rozrządu zależna jest od wielkości obsługiwanego terenu i liczby podległych rozrządowi jednostek ruchowych. Aczkolwiek zasadniczą ideą rozrządu jest centralizacja dyspozycji, jednak nie należy tego rozumieć w tym sensie, że jeden rozrządca lub nawet kilku umieszczonych w jednym punkcie mogliby skutecznie wykonywać swoje zadania.

Centralny rozrządca, gdyby nawet nie wykonywał żadnych manipulacji, nie miałby fizycznej możliwości czuwania nad każdym odejściem z licznych elektrowni i stacji zespolonych w jednym układzie.

Dla skutecznego kierowania ruchem wszystkich elementów takiego układu jeden centralny punkt rozrządczy nie wystarcza. Już bowiem w układach energetycznych średniej wielkości bezpośrednie kierownictwo ruchem przekracza możliwości jednego rozrządcy lub jednego punktu rozrządczego.

Jak wykazała praktyka życiowa, najwłaściwszym rozwiązaniem sprawy jest częściowa decentralizacja rozrządu, nazwijmy ją centralizacją stopniowaną.

Poza tym współczesny stan rozrządczej techniki telekomunikacyjnej nie daje jeszcze całkowitej możliwości skutecznego kierowania z jednego miejsca pracą setek aparatów rozdzielczych, rozrzuconych w terenie na setki kilometrów od centralnego punktu rozrządczego.

Sieć wielkiego zespolonego układu energetycznego (za jaki, dla przykładu, możemy wziąć krajową sieć najwyższego napięcia Polski) dzieli się zazwyczaj pod względem administracji technicznej i gospodarczej na szereg okręgów (dla przykładu nasze zjednoczenie energetyczne), przez które dokonywana jest obsługa eksploatacyjna terenu.

Kierownictwo ruchowe okręgu jest scentralizowane w okręgowym punkcie rozrządczym, któremu podlegają wszystkie elektrownie i stacje transformatorowe okręgu. Wydzielenie rozrządców okręgowych odciąża rozrządce głównego od konieczności komunikowania się z każdą elektrownią lub stacją transformatorową z osobna. W razie potrzeby rozrządca główny wydaje dyspozycje dotyczące poszczególnych jednostek ruchowych okręgu za pośrednictwem rozrządcy okręgowego lub w razie nagłej potrzeby bezpośrednio, powiadamiając jednak o tym niezwłocznie tego ostatniego.

Rozrządcy okręgowemu mogą podlegać ruchowo w razie potrzeby rozrządcy obwodowi, którym z kolei podlegają dyżurni ruchowi bezpośrednich jednostek, a więc stacji transformatorowych, jako też elektrowni o znaczeniu lokalnym. Elektrownie o charakterze obwodowym podlegają ruchowo rozrządcy okręgowemu, technicznie — obwodowemu. W mniejszych układach energetycznych istnienie rozrządców obwodowych może się okazać zbyteczne, a wówczas ich czynności wykonuje bezpośrednio rozrządca okręgowy.

W ten sposób możemy mieć trzystopniową bądź dwustopniową strukturę organizacyjną rozrządu. Taka najprostsza decentralizacja daje to, że sieci wtórne i rozdzielcze, nie mające zasadniczego wpływu na pracę układu energetycznego jako całości, nie obciążają rozrządcy przy scentralizowanym kierownictwie ruchu, posiadają jednak konieczną koordynację pracy w ramach okręgu. Tę pracę rozrządca okręgowy wykonuje samodzielnie bez bieżących wskazań rozrządcy centralnego.

Na rys. 1 i 2 pokazane są dwie omawiane wyżej formy struktury organizacyjnej: trzystopniowa i dwustopniowa. Poza tym rysunki zawierają te organy rozrządu, o których będzie mowa niżej, a mianowicie: łączności, automatyki i telemechaniki, zabezpieczeń wybiorczych, usuwania zakłóceń ruchu.

Dla przykładu możemy podać, że w jednym z największych układów energetycznych „South California Edison Co", centralnemu punktowi rozrządczemu podlega 27 punktów lokalnych (dane przedwojenne), z których każdy koordynuje pracę szeregu elektrowni i stacji transformatorowych. Przy tym rozrządca główny nie daje szczegółowych wskazań ruchowych rozrządcom lokalnym, koordynuje jedynie ogólnie pracę całego układu.

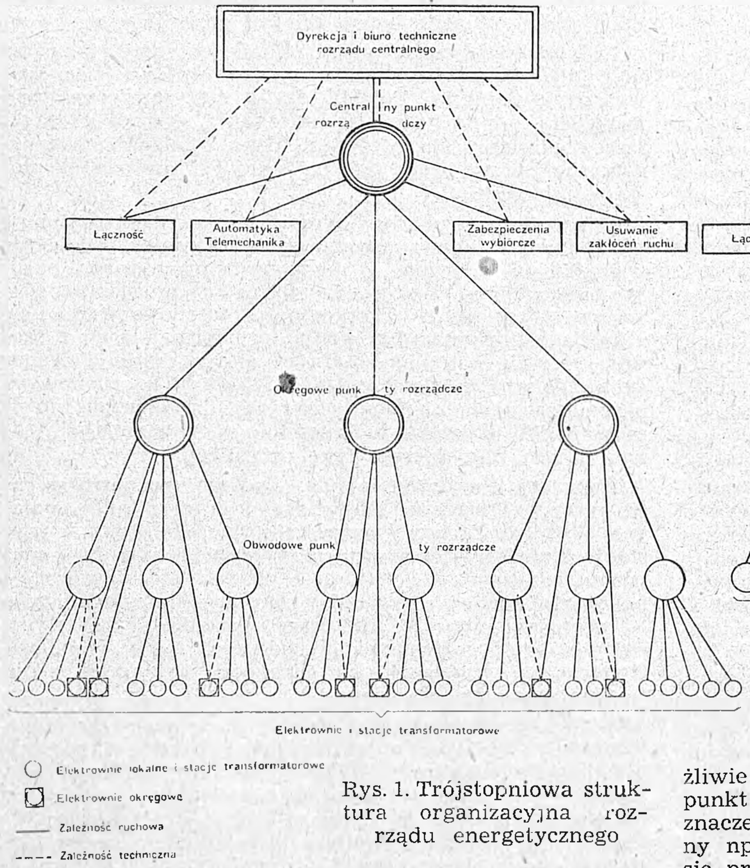
W układzie energetycznym okręgu moskiewskiego (Mosenergo) istnieje 9 okręgów lokalnych i odpowiednio do tego dostosowana jest struktura rozrządu. W układzie energetycznym donieckim (Donenergo) mamy 6 lokalnych punktów rozrządczych podległych jednemu głównemu.

Rozrząd organizacyjnie winien być zaliczony do produkcyjno-technicznej części przedsiębiorstwa. Początkowo, gdy struktura organizacyjna i techniczna rozrządu nie była jeszcze dostatecznie skrystalizowana, zaliczano go niesłusznie do administracyjnej części przedsiębiorstwa.

b) Rozmieszczenie punktów rozrządczych. Praca w rozrządni

Zasadnicze wytyczne przy wyborze miejsca dla punktów rozrządczych wymagają możliwego zbliżenia tych punktów do podstawowych elektrowni danego układu oraz do środka ciężkości spożycia energii elektrycznej. Umieszczenie punktu rozrządczego w środku geograficznym danego obszaru nie zawsze znajduje należyte uzasadnienie.

Ponieważ zazwyczaj ośrodki spożycia energii elektrycznej wiążą się z większymi ośrodkami przemysłowymi, gdzie znajdują się też częstokroć i okręgowe kierownictwa elektroenergetyczne, przeto wydaje się jedynie właściwym rozwiązaniem umieszczanie punktów rozrządczych w administracyjno-technicznych ośrodkach układów energetycznych. Biorąc poza tym pod uwagę ścisłą łączność punktu rozrządczego z ogólno-eksploatacyjnym kierownictwem zjednoczenia energetycznego i jego dyrekcją, należy uznać za bardzo celowe, jeśli na to pozwalają warunki lokalne, umieszczenie punktu w samym budynku zjednoczenia.



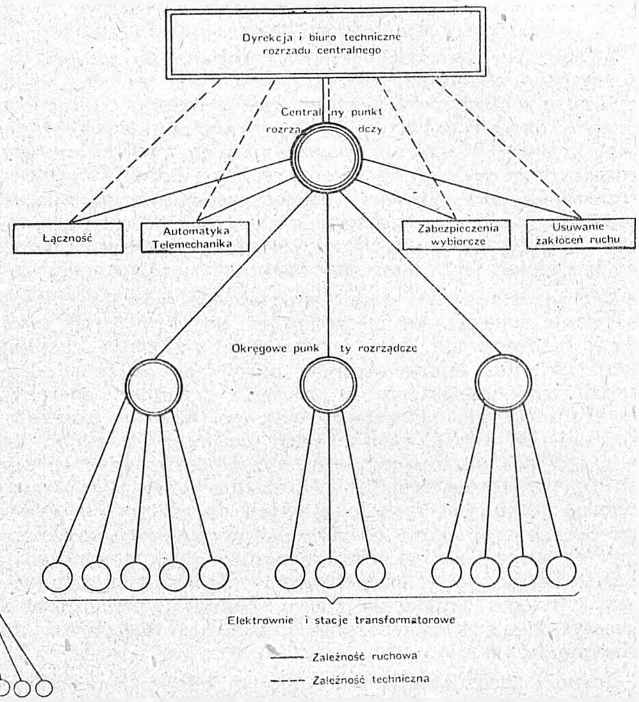
Rys. 1. Trójstopniowa struktura organizacyjna rozrządu energetycznego

Jednym z ważnych czynników wpływających na wybór miejsca punktu rozrządczego jest zastosowany system łączności i konfiguracja sieci telekomunikacyjnej oraz konieczność zbliżenia punktu do jednej z węzłowych stacji transformatorowych, z której odchodzą linie przesyłowe. Pominięcie tej okoliczności może w znacznym stopniu zwiększyć koszta łączności rozrządczej.

Rozrządnia powinna posiadać pewne szczególne cechy, wynikające z rodzaju tam wykonywanej pracy. Na rozrządnię potrzebne jest pomieszczenie o odpowiedniej przestrzeni, jasne, suche, a w szczególności izolowane od wszelkich szumów i hałasów (niepożądane jest sąsiedztwo maszyn wirujących, brzęczenie transformatorów, hałas ruchu ulicznego itp.). Warunki korzystne pod względem akustycznym stwarza umieszczenie rozrządni na górnych piętrach budynku. Ściany i sufit w rozrządni często bywają obijane materiałem na suknie lub wojłoku, a podłoga kryta jest chodnikiem lub dywanem, celem akustycznej izolacji i uniknięcia rezonansów prowadzonych w pomieszczeniu rozmów telefonicznych. Pożądane jest oświetlenie dzienne górne lub boczno-górne, okna skierowane raczej na północ; oświetlenie elektryczne pośrednie lub sufitowe, bardzo obfite i równomierne.

Pomieszczenia rozrządni dzielą się na cztery części: a) właściwe pomieszczenie rozrządcze, gdzie znajdują się zasadnicze urządzenia wskaźnikowo - sterownicze i środki łączności i gdzie przebywa personel dyżurujący podczas zmiany; b) pomieszczenie aparatowe, w którym znajdują się wszystkie pomocnicze urządzenia telemechaniczne, warsztat podręczny i gdzie przebywa obsługa techniczna urządzeń punktu rozrządczego; c) akumulatornia do zasilania telekomunikacyjnych obwodów sterowniczych, sygnalizacyjnych, łączności itp. oraz do oświetlenia rezerwowego na wypadek uszkodzeń; d) pomieszczenia użytkowe dla personelu, jak pokój konferencyjny, umywalnie, szatnie itd.

Do właściwego pomieszczenia rozrządczego winien przylegać balkon, z którego byłby rozległy widok, możliwie na wszystkie strony świata, lub też specjalny punkt obserwacyjny do śledzenia pogody. Ma to duże znaczenie dla rozrządcy, który winien być zorientowany np. co do możliwości niespodziewanego ściemnienia się przed burzą wskutek nagłego zachmurzenia. Znane są wypadki z praktyki eksploatacyjnej, gdy nagłe nadejście chmur burzowych i spowodowane tym ściemnienie pociągało za sobą wzrost obciążenia o 40 do 70 MW, a nie wydanie w porę rozkazów przez rozrządcę sprowadzało zakłócenia ruchowe. Np. w sieci Mosenergo notowano spowodowane powyższymi okolicznościami nagłe przyrosty obciążenia ok. 50 MW (przy obciążeniu 500 MW), a w układzie berlińskiego Bewag'u ok. 65 MW (przy obciążeniu 160 MW). Rozrządca winien mieć możność zaobserwowania w porę zmian atmosferycznych, by mieć czas przedsięwziąć odpowiednie środki zaradcze.



Rys. 2. Dwustopniowa struktura organizacyjna rozrządu energetycznego

c) Sprawy personelu

Obowiązki rozrządcy są liczne, a praca jego jest bardzo odpowiedzialna, gdyż od niej w bardzo dużym stopniu zależy pewność ruchu układu energetycznego.

Zasadniczą cechą odróżniającą punkt rozrządczy od zwykłej nastawni elektrownianej jest wielka liczba kontrolowanych, a terenowo bardzo rozległych urządzeń. Czyni to pracę rozrządcy bardziej napiętą, a wymagania w stosunku do niej są bardziej ostre. Cechuje je przy tym pewnego rodzaju niejednolitość. Przy normalnym ruchu obowiązki personelu rozrządczego polegają głównie na notowaniu w pewnych określonych odstępach czasu wskazań przyrządów i na ogólnej obserwacji urządzeń. Praca ta nie wiele zajmuje personelowi czasu (szczególnie na podstacjach) i nie wymaga ani wysiłku myślowego ani naprężonej uwagi. Natomiast z chwilą zakłócenia ruchu personel winien nagle przerzucić się z tego dość

bezczynnego stanu do szybkich i zdecydowanych działań. W bardzo krótkim czasie należy rozwiązać niekiedy skomplikowane zagadnienia. Należy szybko zorientować się w istocie zaszłych perturbacji, objąć umysłem zmiany w układzie schematu zasilania, które nastąpiły wskutek wyłączeń, niezwłocznie wydać konieczne zarządzenia zaradcze i zakomunikować komu należy o zaszłych wypadkach. W tymże czasie zaczynają zazwyczaj dzwonić telefony, związane z zakłóceniem normalnej pracy, a mogą też wydarzyć się i inne zjawiska, działające na psychikę człowieka, jak np. wybuchy, pożary, wypadki z ludźmi itd.

Dla człowieka, który przedtem nie znajdował się w napiętych warunkach pracy, taki przeskok jest trudny i nieprzyjemny, to też personel rozrządczy winien posiadać specjalne kwalifikacje osobiste: szybką orientację, zimną krew, zdolność opanowania sytuacji, inicjatywę w działaniu.

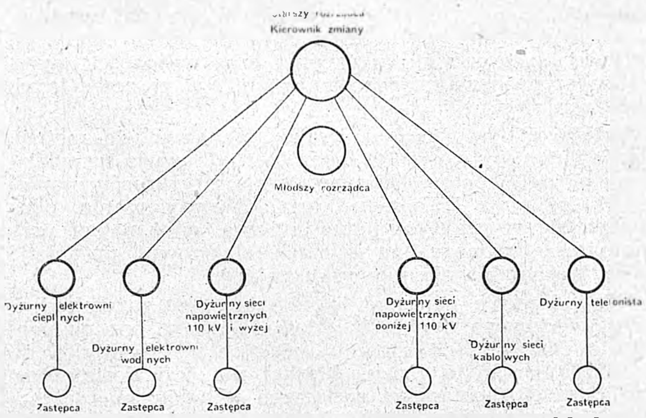
Chaos, który powstałby w rozrządni przy zakłóceniu normalnej pracy, mógłby pociągnąć za sobą zamęt w rozmowach telefonicznych, mylne działanie personelu i miast ograniczyć i usunąć uszkodzenia mógłby je spotęgować.

Te okoliczności od samego początku powstania punktów rozrządczych skłaniały do stworzenia takiej aparatury, która ułatwiłaby pracę rozrządcy i uczyniła ją mniej zależną od pomyłek dyżurującego personelu.

Liczba osób jednej zmiany rozrządczej zależna jest od wielkości układu energetycznego i od obowiązków, które na niej ciążą. Co do tych ostatnich, to istnieje pewna dowolność w rozłożeniu ich na rozrządcze biuro techniczne oraz na dyżurujący personel (z wyjątkiem oczywiście bezpośrednich czynności ruchowych). W niektórych dużych układach liczba jednocześnie dyżurujących osób personelu rozrządczego może wynosić kilka lub kilkanaście osób. Pracą układu energetycznego kieruje dyżurujący starszy (główny) rozrządca-inżynier, kierownik zmiany; ma on swego zastępcę — młodszego rozrządcę, a poza tym personel pomocniczy.

Przykład zespołu rozrządczego zmianowego dużego układu energetycznego podaje rys. 3.

W większych punktach rozrządczych zaleca się nie obciążać personelu bezpośrednio ruchowego czynnościa-



Rys 3. Zespół zmianowy rozrządu dużego układu energetycznego

mi dokonywania łączeń telefonicznych, w szczególności jeśli wykorzystywanych jest kilka rodzajów (rezerwa!) tej łączności (o czym będzie jeszcze mowa niżej). Tym tłumaczy się w powyższym schemacie obecność dyżurnego telefonisty.

Starszy rozrządca powinien bardzo dobrze znać urządzenia swojego układu: elektrownie, stacje transformatorowe i sieci, a w szczególności możliwości przełączeniowe i regulacyjne, zabezpieczenia, zdolność przelotową linii i transformatorów; powinien dobrze wiedzieć, gdzie i które generatory i kotły w danej chwili pracują, które są w rezerwie, a które są zatrzymane do rewizji i naprawy. Starszy rozrządca winien w swej osobie łączyć wymienione wyżej cechy osobiste z gruntownymi wiadomościami teoretycznymi oraz wieloletnią praktykę eksploatacyjno-ruchową. Wymienione walory starszego rozrządcy będą w mniejszym stopniu wykorzystane w czasie normalnego ruchu, natomiast mogą odegrać decydującą rolę w chwilach zakłócenia ruchu i opanowywania jego skutków.

Pożądane jest mieć więcej niż trzy zespoły dyżurujące zarówno z uwagi na możność dania personelowi należytego wypoczynku dla czujnego pełnienia szczególnie ważnych obowiązków, jak i dla ewentualnego użycia tego wykwalifikowanego personelu do innych prac w rozrządni poza dyżurowaniem, jak i dla podniesienia jego kwalifikacji np. przez delegowanie do innych punktów rozrządczych, elektrowni, stacji transformatorowych itd. celem zapoznania się z ich pracą.

Jako przykład zmiany dyżurów przytoczona jest tablica I, przewidująca istnienie 6 zespołów: pięć zespołów dyżuruje, szósty jest czasowo poza bieżącymi dyżurami z wyżej wspomnianych względów lub wskutek urlopów.

Tablica I. Dyżury zmian

Dzień miesiąca	Godz. 7 — 14 lub 7 — 15	Godz. 14 — 22 lub 15 — 22	Godz. 22 — 7
1	A	B	C
2	D	E	B
3	C	A	E
4	B	D	A
5	E	C	D
6	A	B	C
7	D	E	B
8	C	A	E
9	B	D	A
10	E	C	D
11	A	B	C itd.

3. Praca techniczna rozrządu.

a) Praca normalna

Praca ta jest dwojakiego rodzaju: 1) wykonywanie czynności planowych w ruchu normalnym niczym nie zakłóconym oraz 2) wykonywanie czynności dorywczych w związku z zakłóceniami powstającymi w pracy układu.

Zasadnicze czynności rozrządcze dadzą się streścić w sposób następujący:

a) Rozdział obciążeń (zarówno mocy czynnej jak i biernej) pomiędzy poszczególne elektrownie i dopilnowanie dotrzymywania przez nie przepisanych warunków pracy.

b) Kontrola czynności i kierowanie czynnościami ruchowymi dyżurującego personelu elektrowni i transformatorni dla zapewnienia przepisanych wielkości częstotliwości i napięcia oraz wyznaczanie czasu włączania generatorów i kotłów dla pokrycia zapotrzebowania mocy czynnej, jak też włączania kompensatorów dla pokrycia mocy biernej.

c) Kierowanie wszelkimi wyłączeniami i przełączeniami aparatury rozdzielczej zarówno dla zaspokojenia potrzeb ruchowych, jak i dla oddania urządzeń do rewizji lub naprawy (bieżącej — przypadkowej, okresowej lub kapitalnej — planowej).

Czynności te mają na celu zapewnienie najbardziej racjonalnej pracy układu energetycznego pod względem technicznym i gospodarczym oraz prowadzenia jej w warunkach największej pewności ruchu dla zaopatrzenia odbiorców w energię elektryczną bez przerw.

b) Częstotliwość w sieci

Energia elektryczna, jak każdy inny towar, powinna być dostarczona odbiorcy odpowiednio dobrej jakości. Postulat ten oznacza konieczność utrzymywania prądu w przepisanych granicach częstotliwości i napięcia. Jak wiadomo, obniżenie częstotliwości powoduje dla elektrowni zmniejszenie obciążenia, a dla odbiorcy obniżenie liczby obrotów silników, zmniejszenie ilości i jakości wytwórczości oraz inne niedogodności i uszczerbki. Niektórzy odbiorcy są szczególnie wrażliwi na wahania częstotliwości, jak np. fabryki włókiennicze, radiostacje, laboratoria probiercze, badawcze i inne. Zresztą i dla elektrowni samej zbytnie obniżenie częstotliwości może mieć niepożądane skutki.

Jeśli w układzie energetycznym istnieje niedobór mocy biernej, to obniżenie częstotliwości pociąga za sobą obniżenie również napięcia. Przy dodatnim bilansie mocy biernej spadek napięcia spowodowany obniżeniem częstotliwości może być skompensowany odpowiednim wzbudzeniem generatorów.

Poza tym obniżenie częstotliwości może odbić się na wielkości mocy oddawanej przez elektrownię, jeśli napędy własne elektrowni (pompy, wentylatory, podmuch itp.) zasilane są z tej samej sieci, w której nastąpiło obniżenie częstotliwości, a nie z odrębnego generatora, pracującego niesynchronicznie z ogólną siecią.

Obniżenie częstotliwości przy tej samej mocy oddawanej przez maszyny powiększa mechaniczne obciążenie wałów i łopatek turbin parowych i wodnych, a w pewnych wypadkach (znacznego obniżenia częstotliwości) może spowodować niebezpieczne rezonansowe drgania wieńców turbin parowych.

Jakie czynniki w eksploatacji większego układu energetycznego warunkują stałość częstotliwości? Przede wszystkim wielkość rezerwy eksploatacyjnej i właściwe rozmieszczenie jej w obrębie układu, następnie — prawidłowy podział funkcji pomiędzy elektrownie mające pokrywać podstawowe obciążenia a mające regulować częstotliwość, uruchamianie i zatrzymywanie we właściwym czasie generatorów i kotłów, przeniesienie w porę regulowania częstotliwości z jednej elektrowni na inną i wreszcie — brak zakłóceń powodujących wypadnięcie z ruchu większych jednostek wytwórczych.

Nad spełnieniem wszystkich tych warunków winien sprężyście czuwać rozrządca.

Wahania częstotliwości w sieci są zjawiskiem normalnym. Wynikają one z bieżących zmian obciążenia i działania regulatorów obrotów turbin. Regulatory te dążą do utrzymania równowagi pomiędzy dostawą a odbiorem energii elektrycznej. Regulatory te mają w większości wypadków charakterystykę statyczną, tzn. przy zmianie obciążenia maszyny odpowiednio zmienia się liczba jej obrotów. Zatem wszelka trwała zmiana obciążenia pociąga za sobą zmianę częstotliwości w sieci, która trwa póty, póki drogą zmiany charakterystyki regulatora (zmiany ręcznej lub samoczynnej) częstotliwość nie będzie przywrócona do normalnej.

Odbiorców zaspakaja zazwyczaj utrzymywanie wahań częstotliwości w granicach od 0,3 do 0,5 okr./sek. Wymagania te nie są zbyt surowe i mogą być zaspokojone w normalnych warunkach pracy układu energetycznego bez specjalnych środków regulacyjnych. Surowsze są wymagania stałości częstotliwości stawiane przez pracę samych układów energetycznych. Ponieważ charakterystyki regulatorów nie są identyczne, przeto przy zmianie w sieci częstotliwości powstaje samorzutna zmiana rozdziału obciążeń. W układach sprzężonych takie zmiany obciążenia, nawet krótkotrwałe, mogą spowodować wytrącenie maszyn z synchronizmu i rozpadnięcie się układu na poszczególne części. To też w nowoczesnych układach energetycznych stałość częstotliwości musi być utrzymywana conajmniej w granicach od 0,1 do 0.2 okr./sek., a to przeważnie nie da się już osiągnąć za pomocą regulacji ręcznej, lecz wymaga zastosowania specjalnych samoczynnych stabilizatorów częstotliwości.

Do obserwacji częstotliwości w punkcie rozrządczym należy mieć dwa jej mierniki: jeden dokładny ze skalą od 48 do 52 okr./sek. do obserwacji pracy elektrowni regulującej częstotliwość (o czym mowa niżej); drugi — mniej dokładny ze skalą od 45 do 55 okr./sek. do obserwacji częstotliwości w czasie zakłóceń ruchowych. Stosowane są również częstościomierze rejestrujące, które pozwalają szybciej uchwycić tendencję do zniżki lub zwyżki częstotliwości i w porę przedsięwziąć właściwe środki zapobiegawcze.

Do kontrolowania częstotliwości używane są również dwuskazówkowe zegary synchroniczne: jedna ze skazówek uruchamiana jest przez bardzo dokładny zegar astronomiczny lub kwarcowy, druga — przez specjalny silniczek synchroniczny włączony na sieć. Pierwsza z tych skazówek pokazuje czas astronomiczny, druga tzw. „elektryczny“. Opóźnianie się lub przyspieszanie jednej skazówki względem drugiej wskazuje na obniżenie się lub podwyższenie częstotliwości.

c) Napięcie w sieci

Utrzymywanie przepisanego napięcia również decyduje o jakości dostarczanej energii elektrycznej.

W układach energetycznych prądu zmiennego obok wytwarzania i spożywania mocy czynnej występuje również wytwarzanie i spożywanie mocy biernej. Moc bierna zużywana jest na wytworzenie pól magnetycznych w maszynach asynchronicznych, transformatorach oraz na pokrycie strat rozproszenia. Moc bierna może być dostarczona zarówno przez generatory elektrowni, jak i przez inne źródła, np. przez kompensatory synchroniczne lub asynchroniczne, przez kondensatory statyczne, przez pojemność linii itd.

Między wytwarzaniem a spożyciem mocy biernej winien istnieć w pracy układu energetycznego stan równowagi, tak samo jak to jest z mocą czynną. Jak naruszenie bilansu mocy czynnej powoduje w sieci zmiany częstotliwości, tak naruszenie bilansu mocy biernej pociąga za sobą zmiany napięcia, które również charakteryzują jakość energii elektrycznej i są zarówno dla odbiorcy jak i wytwórcy energii elektrycznej nie mniej ważne niż zmiany częstotliwości.

Przy znacznym zachwianiu równowagi między wytwarzaną a spożywaną mocą bierną (przy braku jej) mogą występować w sieci gwałtowne obniżki napięcia (szczególnie w godzinach wzrostu spożycia mocy biernej), które mogą zachwiać statecznością układu.

Jednemu kilowoltowi obniżenia napięcia w sieci od ustalonego poziomu odpowiada pewna ilość brakujących megawoltoamperów mocy biernej (MVAr — megawarów), co dla danego układu da się ustalić drogą doświadczalną.

Rozdział mocy biernej w układzie energetycznym winien być dokonywany tak samo, jak to odbywa się z mocą czynną, posiada on jednak szereg cech specjalnych. Wytwarzanie mocy biernej wymaga tylko nieznacznego zużycia czynnika napędowego idącego jedynie na pokrycie strat, a przez to zagadnienie ekonomiczności wytwarzania tej mocy przez tę czy inną elektrownię ma znaczenie raczej drugorzędne. Zatem wytwarzanie mocy biernej nie posiada tych ograniczeń w sensie geograficznego położenia jej źródeł, jak to jest z wytwarzaniem mocy czynnej.

Pokrycie zapotrzebowania mocy biernej przez poszczególne elektrownie (lub kompensatory w stacjach transformatorowych) nie jest jednak dowolne, gdyż zależy od krzywej obciążenia mocy czynnej oraz wysokości napięcia na szynach zbiorczych elektrowni i w poszczególnych punktach sieci.

Należy w tym miejscu jednak zaznaczyć, że metoda regulowania wytwórczości mocy biernej, oparta na udzieleniu elektrowniom i kompensatorniom wykresów napięcia, które mają być miernikiem jej wytwarzania, okazywała się w praktyce niedostateczną, gdyż nawet przy normalnym napięciu na szynach elektrowni produkcja mocy biernej bywała niewystarczająca.

Kontrolowanie napięcia dokonywane jest zazwyczaj w kilku węzłowych punktach układu, wymaga ono od personelu rozrządczego wielkiej uwagi, ale jako środek do ustalania rozdziału mocy biernej nie jest dostateczne. Praktyka eksploatacyjna rozległych układów energetycznych wykazała konieczność kontrolowania przez punkty rozrządcze bezpośredniego wytwarzania i spożycia mocy biernej na podstawie krzywych obciążeń tej mocy, analogicznych do krzywych obciążeń mocy czynnej.

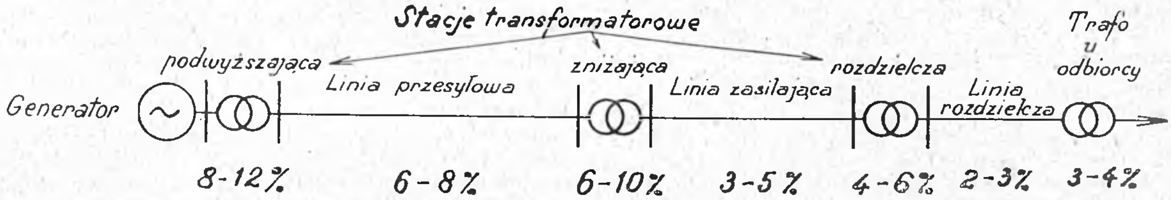
Krzywa obciążeń mocy biernej zależy nie tylko od zapotrzebowania jej przez odbiorców, lecz w znacznym stopniu również od rozdziału mocy czynnej i biernej oraz strat tej ostatniej w sieci układu energetycznego, strat, które stanowią znaczny odsetek ogólnej mocy biernej układu. Składają się na to straty w poszczególnych ogniwach szlaku przesyłowego: liniach, transformatorach, dławikach itd., które posiadają dużą oporność indukcyjną.

Na rys. 4 podany jest schemat ideowy przesyłu energii z zaznaczeniem procentowych strat mocy biernej w poszczególnych elementach sieci.

Jak z tego schematu wynika, łączne straty mocy biernej w rozległych sieciach mogą sięgać 30% do 40%, a więc mają bardzo istotne znaczenie dla należytego prowadzenia ruchu.

Aczkolwiek wysokość napięcia nie jest, jak wspomniano wyżej, dostatecznym środkiem do kontrolowania w układzie przepływu mocy biernej, to jednak przepływ ten musi być ściśle skoordynowany z regulacją napięcia, tak ażeby zapewnić w sieci wielkości napięcia odpowiadające potrzebom odbiorców.

Zasadniczy wpływ na utrzymanie napięcia w układzie energetycznym na wymaganym poziomie mają czynniki



Rys. 4. Procentowe straty mocy biernej w sieci

następujące: prawidłowe rozmieszczenie źródeł mocy biernej, odpowiednie regulowanie przepływu tej mocy w sieci zespolonej oraz wykorzystanie w tym celu wszystkich możliwych środków regulacyjnych.

Jakimi środkami dysponuje na tym odcinku rozrząd? Najważniejszym środkiem regulacji napięcia w układzie energetycznym jest regulacja napięcia na szynach zbiorczych: w elektrowniach przez generatory, na stacjach transformatorowych przez kompensatory. W układzie wyznacza się kilka elektrowni i kompensatorni, którym nakazuje się utrzymywanie napięcia według przepisanego wykresu. Dla kontrolowania napięcia w sieci wyznacza się parę stacji transformatorowych, dla których ustala się również wykres przebiegu napięcia. Zazwyczaj są to węzłowe stacje z dużą liczbą przychodzących i odchodzących linii: tu napięcie na szynach zbiorczych charakteryzuje poziom napięcia danego obszaru.

Poza tym regulację napięcia osiągamy przez zmianę przekładni transformatorów za pomocą przestawiania zaczepów (pod obciążeniem lub też, co jest ruchowo mniej dogodne, w stanie beznapięciowym).

W dawnych sieciach, nie pracujących w zespolonym układzie równolegle połączonych elektrowni, lecz w sposób izolowany, przy zasilaniu względnie niedużego obszaru przez jedną tylko elektrownię o ograniczonej stosunkowo mocy i przy nieskomplikowanej sieci — podtrzymywanie u odbiorcy wymaganego napięcia przy zmianach jego obciążenia nie przedstawiało zbyt trudnego zadania. Zupełnie inaczej sprawa ta przedstawia się w nowoczesnych układach energetycznych, które mają szeroko rozgałęzione sieci o różnej skali napięć, są zasilane przez liczne wielkie elektrownie o bardzo znacznych mocach i dostarczają energii elektrycznej odbiorcom do ośrodków odległych o setki kilometrów.

Przepływ mocy czynnej przez linie przesyłowe i transformatory pociąga stosunkowo nieznaczny spadek napięcia, natomiast przesyłanie mocy biernej wywołuje znaczne spadki (wskutek znacznych indukcyjności tych elementów przesyłowych). Stąd powstaje szereg trudności w podtrzymywaniu stałego napięcia u odbiorcy, wymagających specjalnych urządzeń regulacyjnych oraz generatorów z szerszym zakresem regulacyjnym niż było dawniej.

Obserwacja zmian i kierowanie regulowaniem napięcia w sieci stanowi jedno z ważniejszych zadań rozrządcy.

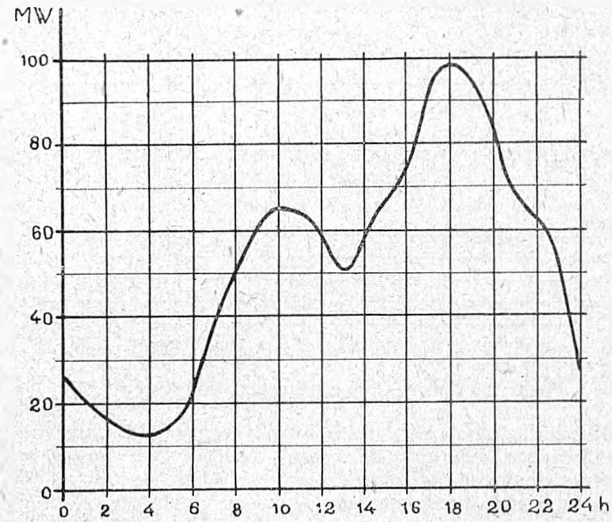
d) Rozdział obciążeń

Praca równoległa elektrowni zasilających wspólną sieć odbywa się według ułożonego z góry planu, którego opracowanie i dotrzymanie wchodzi w zakres czynności punktu rozrządczego.

Na podstawie przewidywanych sumarycznych wykresów obciążenia układu energetycznego w danym okresie czasu (w ciągu doby, tygodnia, miesiąca itd.) ustala się (dzienny, tygodniowy, miesięczny itd.) plan rozdziału obciążeń na poszczególne elektrownie. Plan ten przepisuje dla każdej elektrowni rozkład obciążenia ustalający jakie obciążenie dana elektrownia będzie musiała pokrywać w różnych godzinach doby.

Omówienie zasad rozdziału obciążeń na poszczególne elektrownie, zależnie od ich technicznych i gospodarczych właściwości (nowoczesne cieplne o dobrej sprawności, przestarzałe cieplne, wodne z regulowanym przepływem, wodne z nieregulowanym przepływem, zbiorniki pompowe, akumulatory cieplne itd), przekracza ramy niniejszego referatu. Natomiast zatrzymamy się na wykresach obciążeń (sumarycznych i dla poszczególnych elektrowni) z punktu widzenia zasad regulacji, gdyż czynność ta stanowi jedną z zasadniczych funkcji rozrządu mocy.

Na rys. 5 przedstawiony jest dla przykładu sumaryczny wykres obciążenia. Istnieją trzy różne sposoby rozdziału tego sumarycznego obciążenia na poszczególne



Rys. 5. Wykres sumarycznego obciążenia układu

elektrownie i odpowiednio do tego różnie układa się praca danej elektrowni w jej współdziałaniu z innymi dla pokrycia obciążenia. Pierwszy sposób byłby według tzw. sztywnego wykresu obciążenia, drugi — według sumarycznego wykresu obciążenia, trzeci według odchyleń częstotliwości.

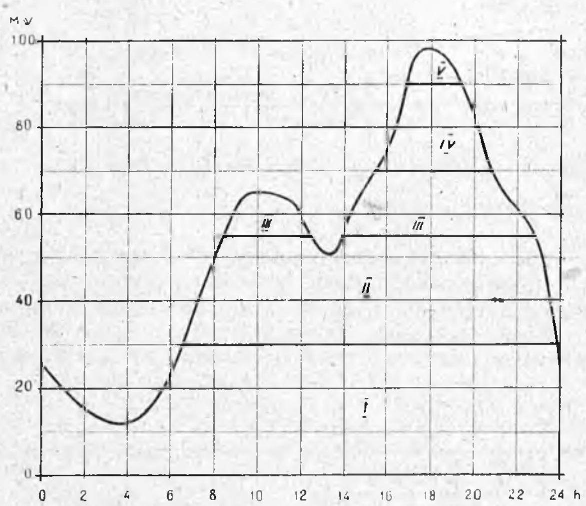
e) Praca według sztywnego wykresu obciążenia

Praca według sztywnego wykresu obciążenia dla pojedyńczej elektrowni układa się na podstawie poziomego podziału sumarycznego wykresu obciążenia, tak jak to pokazano na rys. 6. Z tego ogólnego podziału układa się dla każdej elektrowni osobny wykres pracy według przewidywanego przypadającego na nią obciążenia (rys. 7), który swym przebiegiem nie zawsze przypomina charakterystyczne wykresy dobowych obciążeń.

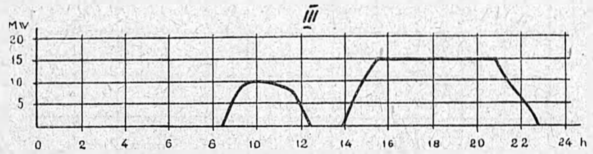
Elektrownie I i II są podstawowe, elektrownie III, IV i V — szczytowe (nazywa się je niekiedy niesłusznie „programowymi"). Ponieważ nie można przewidzieć z zupełną dokładnością przebiegu sumarycznego obciążenia układu, przeto jedna z elektrowni musi wziąć na siebie wszystkie nieprzewidziane odchylenia rzeczywistego przebiegu obciążeń od zaprojektowanego. W ten sposób elektrownie pracują na ogół według sztywnych wykresów obciążeń, lecz jednej z nich przepisuje się wykres obciążenia przybliżony z warunkiem, że elektrownia ta musi być w każdej chwili w pełnej gotowości przejęcia wszelkich niespodziewanych skoków obciążenia i niedopuszczenia przy tym do niedozwolonych wahań czę-

stotliwości. Od innych elektrowni tej gotowości w pełnym zakresie nie wymagamy.

Elektrownia taka ma nazwę „prowadzącej" lub „regulującej"; nazywa się ją też „elektrownią utrzymującą częstotliwość", gdyż czuwa ona nad utrzymaniem częstotliwości całego układu. Wszystkie elektrownie nie mogą brać udziału w regulowaniu częstotliwości, gdyż przy regulowaniu częstotliwości i mocy przez zmianę prędkości maszyn otrzymywalibyśmy przygodne prze-



Rys. 6. Praca równoległa elektrowni według sztywnego wykresu obciążenia



Rys. 7. Wykres obciążenia elektrowni III

grupowania obciążeń, co byłoby rzeczą niedopuszczalną. Elektrownie miałyby wówczas bardzo nierównomierny wykres obciążeń, uwarunkowany z jednej strony nierównomiernością sumarycznego wykresu obciążeń, z drugiej — wspomnianymi przegrupowaniami obciążeń.

Elektrownią regulującą może być jedna z podstawowych lub szczytowych elektrowni. Do tego celu wybiera się zazwyczaj jedną z większych elektrowni układu, jeżeli spodziewane są nieprzewidziane „uderzenia" znacznej wielkości. Praktyka eksploatacyjna wykazuje, że nagłe wahania obciążenia mogą wynieść od 5 do 10% największego obciążenia układu. Zatem w dużych układach energetycznych, gdzie największe obciążenie może być zawarte w granicach od 600 do 1 200 MW, wielkość „uderzenia" obciążenia może wynieść ok. 100 MW, a szybkie, niemal natychmiastowe, pokrycie takiego skoku sprawia nawet dużej elektrowni poważne trudności.

Z gospodarczego punktu widzenia pożądana jest w roli elektrowni regulującej raczej elektrownia szczytowa. Jeśli zaś jest nią elektrownia podstawowa, to zazwyczaj w takiej elektrowni wyznacza się do utrzymywania częstotliwości jeden (najmniej ekonomiczny) zespół możliwie dużej mocy, inne natomiast zespoły pracują przy możliwie niezmiennym obciążeniu według przepisanych wykresów (analogia do sztywnego wykresu obciążenia). Jeśli wyznaczona maszyna nie może podołać zadaniom, to przydziela się do tego celu dalsze maszyny. Szczytowa elektrownia ma w większości przypadków zespoły mniejszej mocy, więc tam w regulowaniu częstotliwości bierze udział zazwyczaj kilka maszyn jednocześnie.

Wykres obciążenia może być ułożony bądź dla całej elektrowni, bądź dla pojedyńczego zespołu lub dla grupy zespołów, bądź wreszcie dla jakiegokolwiek punktu wymiany energii elektrycznej pomiędzy sąsiednimi okręgami.

Czas wzrostu względnie obniżki obciążenia, a zatem momenty włączenia lub wyłączenia odpowiednich zespołów mogą być podane przez punkt rozrządczy bądź definitywnie („sztywno"), bądź też tylko orientacyjnie z zastrzeżeniem, że później nastąpi dokładniejsze zlecenie.

Włączanie zespołów do pracy, wyłączanie ich z sieci i zatrzymywanie w elektrowniach podstawowych czy szczytowych, jak również włączanie i wyłączanie transformatorów na dużych stacjach może być dokonywane jedynie na zlecenie rozrządcy lub za jego zgodą. Za terminowe uruchomienie zespołów wytwórczych odpowiedzialny jest dyżurny inżynier ruchu elektrowni. Gdy zlecenie rozrządcy z tych czy innych powodów nie może być wykonane, dyżurny inżynier winien niezwłocznie go o tym powiadomić, aby można było zastosować odpowiednie środki zaradcze.

Dla kontroli czasu w poszczególnych elektrowniach oraz uwidocznienia mocy rozporządzalnej będącej w ruchu zaleca się wykreślenie nad krzywą przewidywanych obciążeń danej elektrowni krzywej schodkowej, pokazującej, które zespoły i kiedy były włączone do pracy (rys. 8).

Różnica rzędnych między krzywą schodkową a krzywą obciążenia (pole zakreskowane) wskazuje będącą w każdej chwili w ruchu rezerwę mocy, jeżeli, oczywiście, znajduje ona pokrycie również w kotłach.

Rozrządca winien szczególną uwagę poświęcać pracy elektrowni regulującej i utrzymaniu częstotliwości sieci na wymaganym poziomie. W przypadku najmniejszych odchyleń częstotliwości od przepisanej rozrządca niezwłocznie wyjaśnia przyczyny tego i podejmuje kroki zmierzające do przywrócenia normalnej częstotliwości.

Szczególnie odpowiedzialna i trudna jest praca elektrowni regulującej w okresach wzrostu obciążenia przed porannym i wieczornym szczytem, gdy elektrownia ta w krótkim czasie musi przejąć gwałtowną i znaczną zmianę obciążenia.

Niekiedy przy gwałtownych i krótkotrwałych „uderzeniach" obciążenia elektrownia regulująca nie może podołać swemu zadaniu utrzymania częstotliwości. Wtedy elektrownie pracujące według sztywnego wykresu obciążeń powinny przyjść regulującej elektrowni z pomocą w wyrównaniu obrotów. Pomoc ta winna nastąpić bez specjalnej dyspozycji rozrządcy, według z góry ustalonej instrukcji, jeżeli obniżenie częstotliwości dochodzi do umówionej wielkości (np. 1/4 lub 1/2 okresu) i trwa dłużej niż umówiony okres czasu (np. 3 lub 5 minut). Pomoc okazywana jest zazwyczaj w granicach niewyzyskanej mocy maszyn i kotłów (bez specjalnego ich forso-



Rys. 8. Wykres uruchamiania zespołów wytwórczych
Moce zespołów: P_1 = 30 MW, P_2 = 20 MW, P_3 = 20 MW, P_4 = 20 MW, P_5 = 15 MW.

wania) oraz w granicach pewnych ustalonych przez instrukcje odchyleń (np. do 5 lub do 8%) w stosunku do sztywnego wykresu obciążenia. Przy konieczności większych odchyleń sprawa musi być zadecydowana przez rozrządcę.

W ciągu doby regulowanie częstotliwości może być, zależnie od warunków lokalnych, przekładane z jednej elektrowni na drugą.

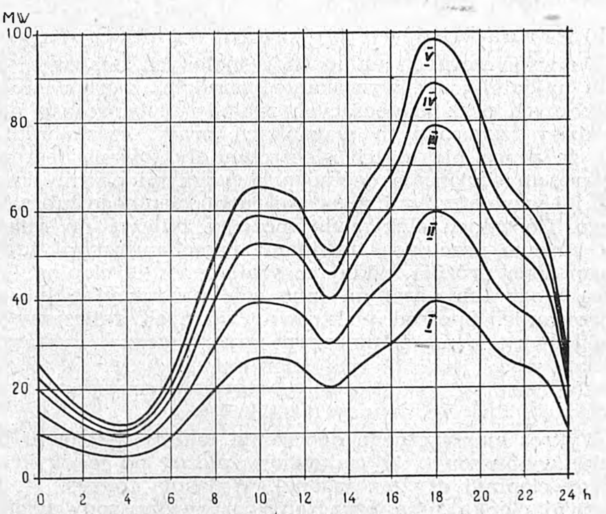
Wadą regulowania częstotliwości przez elektrownię prowadzącą jest to, że wywołuje ono znaczne wahania obciążenia w liniach przesyłowych. Jeżeli te wahania ze względów eksploatacyjnych lub małej przelotności linii muszą być ograniczone, to prócz regulowania częstotliwości uciekamy się również do regulowania obciążeń linii przesyłowych.

Regulowanie częstotliwości powierza się jednej z sieci lub elektrowni, gdy inne sieci lub elektrownie regulują swoje obciążenia w zależności od obciążeń łączących linii przesyłowych. Nie wdajemy się tutaj w szczegółowszą analizę przebiegu procesów regulacyjnych według tego sposobu. Jest on obecnie dość rozpowszechniony („tie — line bias" control). Charakterystyka regulacyjna ustala się w megawatach na dziesiętne części zmian częstotliwości np. 5 lub 10 MW na 0,1 okr./sek.

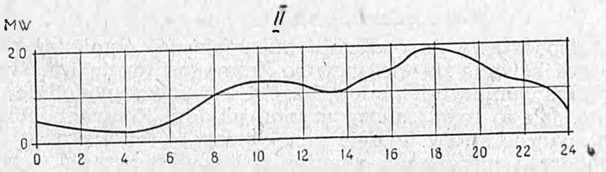
f) Praca według sumarycznego wykresu obciążenia

Polega ona na tym, że każdej elektrowni (lub poszczególnemu zespołowi w elektrowni) przypada w udziale pokrywanie w każdej chwili pewnego obciążenia proporcjonalnego do obciążenia sumarycznego. Przewidując taki lub inny proporcjonalny udział danej elektrowni w pokrywaniu sumarycznego obciążenia, ustala się odpowiedni plan rozdziału obciążeń.

Na rys. 9 pokazany jest taki rozdział obciążeń. Sumaryczny wykres obciążeń (ten sam co poprzednio na rys. 6) jest pokrywany przez elektrownie I, II, III, IV i V w stosunku $P_I : P_{II} : P_{III} : P_{IV} : P_V = 4 : 2 : 2 : 1 : 1$; inaczej mówiąc, w każdej chwili elektrownia I pokrywa 40% sumarycznego obciążenia, elektrownia II — 20%, elektrownia III — 20%, elektrownia IV — 10% i elektrownia V — 10%.



Rys. 9. Praca równoległa elektrowni według sumarycznego wykresu obciążenia

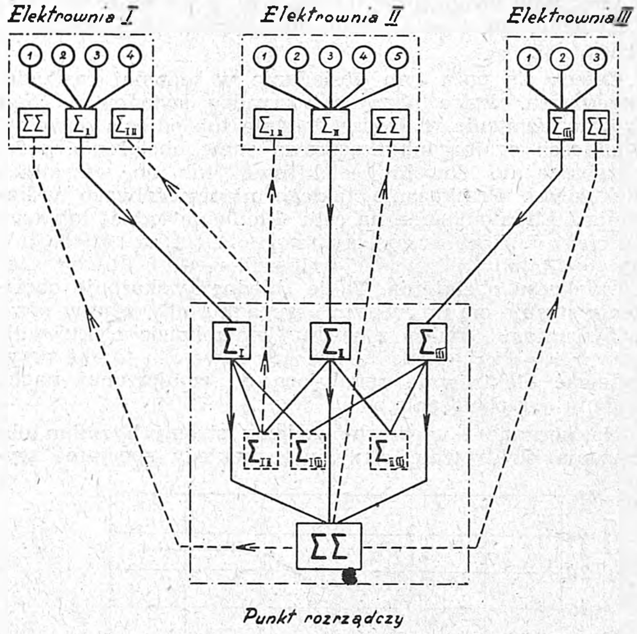


Rys. 10. Wykres obciążenia elektrowni II

Z tego ogólnego rozdziału obciążeń, tak samo jak poprzednio, wyznacza się dla każdej elektrowni wykres jej przewidywanego obciążenia, który swym przebiegiem jest do pewnego stopnia odbiciem dobowego obciążenia całego układu (rys. 10).

Praca elektrowni według sumarycznego wykresu obciążenia różni się tym od pracy według wykresu sztywnego, że przypadające na nią obciążenie nie jest wielkością niezmienną, z góry ustaloną na dany okres czasu, i elektrownia powinna każdej chwili być przygotowana na odchylenie obciążenia w dół czy w górę. To też wykresy przewidywanych obciążeń, otrzymywane przez poszczególne elektrownie od rozrządcy, nie mają tak rygorystycznego charakteru jak przy pierwszym sposobie pracy. Obciążenie elektrowni ustala się w toku pracy w zależności od wielkości sumarycznego obciążenia układu, o której elektrownie nieustannie są informowane.

Równoległa praca elektrowni według sumarycznego wykresu obciążenia jest, ogólnie biorąc, bardziej doskonała niż według sztywnego wykresu, gdyż pozwala rozłożyć wahania obciążenia na różne zakłady wytwórcze i bardziej zbliżyć się do teoretycznie najkorzystniejszego rozdziału obciążeń. Sposób ten znacznie ułatwia też pracę elektrowni utrzymującej częstotliwość, gdyż nie potrzebuje ona w pełni brać na siebie wszelkich skoków obciążenia, które tu rozdzielają się i na inne elektrownie.



Rys. 11. Schemat sumowania obciążeń

Możliwe jest też zastosowanie mieszanego sposobu współpracy równoległej elektrowni: częściowo według wykresu sztywnego, częściowo według sumarycznego. Wówczas zazwyczaj najbardziej ekonomiczne elektrownie pracują według wykresu sztywnego, natomiast inne duże elektrownie pracują w pewnej proporcji do obciążenia sumarycznego. Wreszcie możliwe jest stosowanie pracy według wykresu proporcjonalnego (sumarycznego) w pewnych tylko godzinach doby, szczególnie podczas stromych wzrostów i spadków obciążenia. Przyjęcie takiego czy innego sposobu pracy ma tu na celu ulżenie pracy elektrowni „prowadzącej" i rozdzielenie jej funkcji na kilka elektrowni.

Sposób rozdziału obciążeń według wykresu sumarycznego stawia specjalne wymagania w stosunku do pomiarów obciążenia w układzie energetycznym. Sama tylko łączność telefoniczna tu nie wystarcza. Nieodzowne są specjalne urządzenia pomiaru zdalnego, musi być stosowane samoczynne sumowanie obciążeń. Schemat takiego sumowania podaje rys. 11.

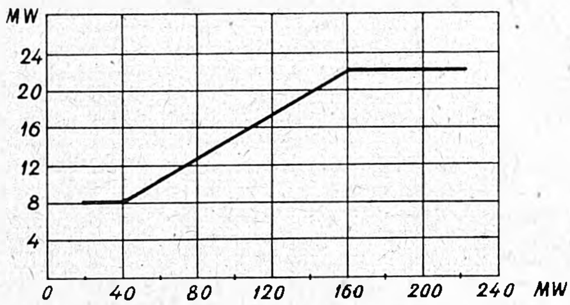
Obciążenia poszczególnych zespołów w elektrowni podlegają automatycznemu sumowaniu w ramach danej elektrowni, przy czym to sumaryczne obciążenie elektrowni (Σ_I, Σ_{II}, Σ_{III} itd.) może być wykazywane w samej elektrowni w kilku miejscach np. w nastawni u tablicowego, w kotłowni, w maszynowni, w biurze ruchu itd. Równocześnie pomiar obciążenia elektrowni przekazywany jest do punktu rozrządczego, gdzie otrzymane pomiary obciążeń poszczególnych elektrowni podlegają dalszemu samoczynnemu sumowaniu, w którego wyniku otrzymuje się sumaryczną wielkość obciążenia całego układu ($\Sigma\Sigma$). Poza tym w punkcie rozrządczym mogą być urządzenia, które pozwolą na otrzymywanie, niezależnie od sumy ogólnej, cząstkowych sum lub różnic obciążeń dowolnych elektrowni w różnych kombinacjach według woli rozrządcy (np. $\Sigma_{I\,II}$, $\Sigma_{II\,III}$, $\Sigma_{II\,IV}$ itd.). Konieczność posiadania takiej sumy cząstkowej zacho-

dzi np. w tym przypadku, gdy niektóre elektrownie pracują według wymuszonego wykresu obciążenia (ob. o tym niżej), gdyż wówczas sumaryczny wykres obciążenia, według którego odbywa się rozdział obciążeń, otrzymuje się w drodze odejmowania od sumy ogólnej ($\Sigma\,\Sigma$) sumy obciążenia tych elektrowni.

Suma ogólna lub dowolna suma cząstkowa obciążeń elektrowni może być z punktu rozrządczego przekazana z powrotem do dowolnej elektrowni, gdzie może być wykazywana, jak i poprzednio, w jednym lub kilku miejscach.

Zaleca się poza tym posiadanie w głównej rozrządni urządzenia, które pozwala rozrządcy świadomie „sfałszować" (zmienić w drodze dodania lub odjęcia dowolnej wielkości) ogólną lub cząstkową sumę obciążenia, przekazywaną do dowolnej elektrowni lub do wszystkich elektrowni. Przekazanie takiego nieprawdziwego wskazania („Phantom") ma na celu skłonienie jednej lub wielu elektrowni do przejęcia innego obciążenia niż to, które wynikałoby z ustalonej proporcji według sumarycznego wykresu obciążenia. Takie „błędne" wskazanie obciążenia stosuje się np. w tym przypadku, gdy wbrew przewidywaniom odpada z ruchu jakakolwiek elektrownia lub części jej maszyn, lub też gdy zawczasu trzeba przygotować elektrownię regulującą do zamierzonej nagłej zmiany jej obciążenia.

Na poranne i wieczorne godziny stromych zmian obciążenia elektrownie otrzymują niekiedy specjalne wy-



Rys. 12. Wykres obciążenia elektrowni zależny od sumarycznego obciążenia układu

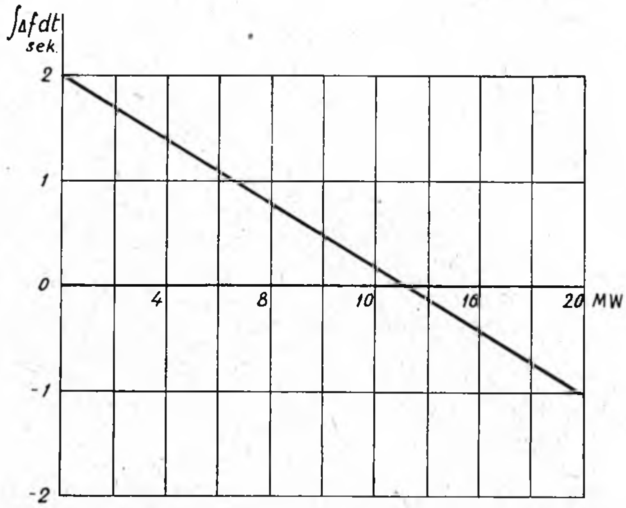
kresy, na których obciążenie danej elektrowni jest wyrażone w funkcji sumarycznego obciążenia układu (rys. 12).

g) Praca według sumarycznego odchylenia częstotliwości

Trzeci sposób rozdziału obciążeń polega na dostosowaniu pracy danej elektrowni do sumarycznych odchyleń częstotliwości sieci w pewnym określonym czasie. Wielkość tych odchyleń może być miernikiem obciążenia, które dana elektrownia powinna (w zależności od sumarycznego obciążenia) pokryć dla podtrzymania w sieci normalnej częstotliwości. Do określenia sumarycznego odchylenia częstotliwości służy dwuwskazówkowy zegar, o którym była już mowa wyżej. Wielkość sumarycznego odchylenia się częstotliwości od normalnej (miernikiem czego jest kąt rozchodzenia się wskazówek zegara: wskazówki synchronicznej i astronomicznej) może być wykorzystana jako czynnik regulacyjny. Pozwala to w znacznym stopniu uczulić regulator, gdyż nawet bardzo nieznaczne odchylenia częstotliwości od przepisanej wielkości, dodając się w czasie, stwarzają dostateczny impuls do uruchomienia regulatora.

Jeżeli na osi odciętych będziemy odkładać wielkości obciążenia elektrowni (lub generatora), a na osi rzędnych wielkość sumarycznego odchylenia częstotliwości w czasie($\int \Delta f dt$), to otrzymamy charakterystykę regulacyjną podobną do zwykłej statycznej charakterystyki regulatora obrotów maszyny z tym tylko, że zmiany obciążenia zachodzą w zależności od sumarycznego odchylenia częstotliwości w czasie, podczas gdy sama częstotliwość w dowolnym punkcie charakterystyki posiada wielkość stałą (rys. 13).

Jeśli elektrownie pracujące równolegle w układzie energetycznym będą posiadały regulatory zmieniające ich obciążenie w zależności od sumarycznego odchylenia częstotliwości w czasie, to otrzymamy wówczas sposób regulacji częstotliwości, analogiczny do sposobu regulowania częstotliwości regulatorami obrotów maszyn, lecz przy niezmiennej częstotliwości. Ustalając dla poszczególnych elektrowni charakterystyki o różnych pochyleniach lub też przesuwając te charakterystyki względem



Rys. 13. Charakterystyka regulacyjna według sumarycznego odchylenia częstotliwości

siebie, rozrządca może otrzymać dowolny wymagany rozdział obciążeń pomiędzy elektrownie lub też taką czy inną kolejność podwyższenia lub obniżenia obciążeń poszczególnych elektrowni.

h) Praca według wykresu wymuszonego

We współczesnych układach zespolonych, mających na celu najdalej idące wyzyskanie wszelkich zasobów energetycznych oraz jednoczących zakłady wytwórcze o najbardziej różnorodnych warunkach pracy, często zdarza się, że praca niektórych elektrowni dyktowana jest nie wykresem obciążenia ogólnego, a pewnymi przymusowymi, jej wewnętrznymi rygorami ruchu cieplnego lub wodnego. Do takich elektrowni możemy zaliczyć np. zakłady parowe pracujące turbinami przeciwprężnymi lub z pogorszoną próżnią, oddające swoją energię cieplną (gorącą wodę lub parę) na inne cele produkcyjne lub na ogrzewanie. Spośród elektrowni wodnych zaliczymy tu elektrownie z nieregulowanym przepływem, w których podaż wody jest o tyle nieregularna, że wykorzystanie ich jako jednostek samodzielnie pracujących na wyodrębnioną sieć byłoby niemożliwe.

Wykres elektrycznego obciążenia takiej elektrowni będzie „wymuszony", tj. całkowicie zależny od jej wykresu pracy cieplnej czy też wodnej. Wyjaśnia to rys. 14, na którym cienką linią oznaczony jest wymuszony wykres obciążenia, a grubą — sumaryczny. Różnica (część zakreskowana) powinna być pokryta przez inne elektrownie.

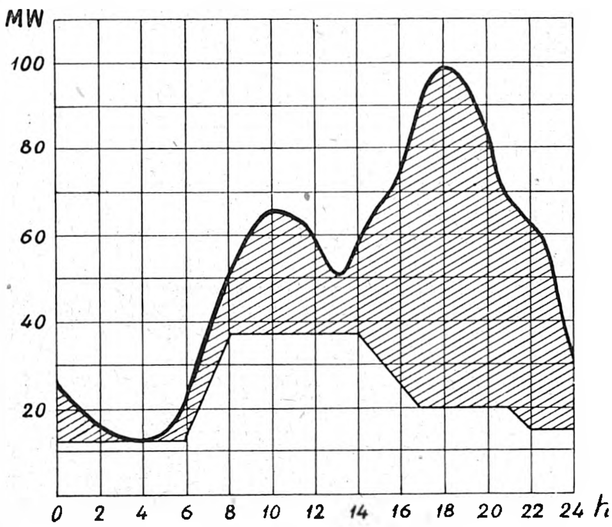
i) Rozdział mocy biernej

Za podstawę do rozdziału mocy biernej pomiędzy pracujące równolegle elektrownie, kompensatornie itd. służy wykres sumarycznego obciążenia tej mocy podobnie do tego, jak to było z mocą czynną układu. Z uwagi jednak na znaczne straty w sieci mocy biernej oraz wskutek gospodarczo mniejszego znaczenia jej wytwarzania i rozdziału nie jest wymagana taka dokładność w sporządzaniu wykresu mocy biernej i przestrzeganiu go, jak to bywa w przypadku mocy czynnej.

Ponieważ zdolność wytwarzania przez elektrownie mocy biernej zależy od wielkości mocy czynnej, liczby włączonych zespołów oraz wysokości napięcia na zaciskach generatorów, przeto przy układaniu wykresu obciążenia mocy biernej okoliczności powyższe należy mieć na uwadze. A więc przed ułożeniem wykresu mocy biernej powinien być sporządzony wykres obciążenia mocy czynnej i ustalony poziom przewidywanego napięcia roboczego.

Na rys. 15 podana jest typowa zależność mocy biernej od mocy czynnej przy różnych napięciach. Z krzywych

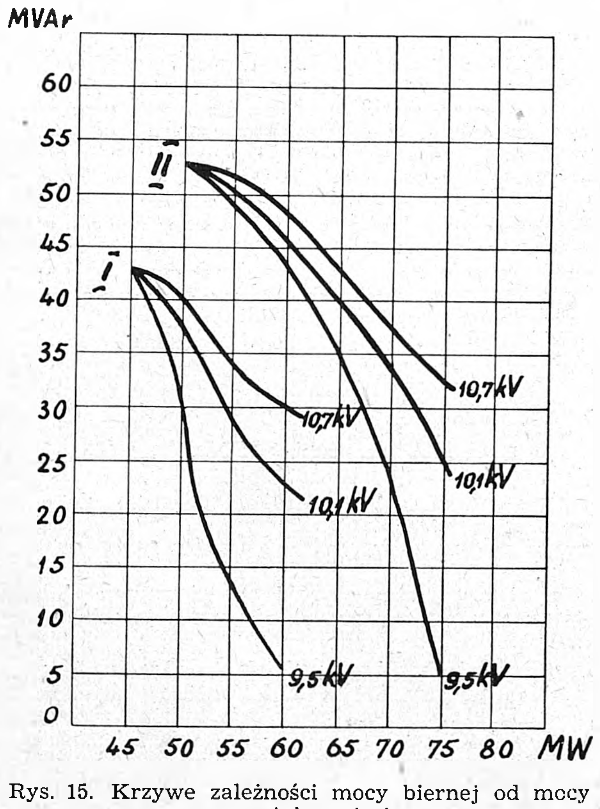
widać, że generatory posiadające duży znamionowy współczynnik mocy ($\cos \varphi = 0{,}9$) wykazują gwałtowną zniżkę rozporządzalnej mocy biernej przy obniżce napięcia i dużych obciążeniach mocą czynną (generator II). Wynika to stąd, że przy obniżce napięcia i przy niezmienionej mocy czynnej, prąd stojana poczyna wzrastać; dla unik-



Rys. 14. Praca elektrowni według wymuszonego wykresu obciążenia

nięcia przeciążenia stojana zachodzi konieczność zmniejszenia wzbudzenia generatora, a to pociąga za sobą zmniejszenie mocy biernej oddawanej do sieci.

Przy rozdziale mocy biernej dla wszystkich elektrowni ustala się pracę zasadniczo według sztywnego wykresu obciążenia z wyjątkiem jednej elektrowni, która otrzy-



Rys. 15. Krzywe zależności mocy biernej od mocy czynnej i napięcia

muje wykres orientacyjny, wynikający z różnicy sumarycznego wykresu obciążenia i obciążeń pozostałych elektrowni. Jest to elektrownia „utrzymująca napięcie" (podobnie jak to przedtem było z częstotliwością), reguluje ona pracę napięciową układu, biorąc na siebie wszelkie odchylenia od przewidywanych wykresów obciążenia.

Wybierając elektrownię, która ma „utrzymywać napięcie", zaleca się przy jednakowych innych warunkach, z uwagi na obciążenie linii przesyłowych i zmniejszenie strat w układzie, aby była to elektrownia położona możliwie blisko do ośrodków spożycia energii elektrycznej. Pożądane jest poza tym, aby elektrownia ta nie posiadała odbiorców na napięciu generatorowym. Jeśli tego nie da się uniknąć, to należy bądź wydzielić na osobny układ szyn zbiorczych grupę generatorów do regulowania napięcia, bądź też, jeśli i to jest niemożliwe, połączyć tę elektrownię z pozostałą siecią układu za pośrednictwem transformatorów o dostatecznie dużej mocy, regulowanych pod obciążeniem.

Dla utrzymania napięcia warunki eksploatacyjne rozgałęzionych sieci nakazują niekiedy uciekać się do zmiany rozdziału nie tylko mocy biernych, ale i czynnych.

j) Rozrząd w chwilach zakłóceń

Praca rozrządu wielostronna w normalnych warunkach staje się bardzo skomplikowaną w chwilach zakłóceń.

Niestety, są jeszcze dość częste wypadki, gdy niewłaściwe postępowanie personelu ruchowego powoduje zakłócenia ruchu, głównie na skutek mylnych manipulacji z odłącznikami i wyłącznikami oraz z urządzeniami zabezpieczeń wybiorczych. Jest to wynikiem niedostatecznego obznajmienia się personelu z instrukcjami ruchowymi i techniką powierzonych mu czynności.

Rozrządca powinien jak najszybciej zorientować się w przyczynach powstałych zakłóceń, aby niezwłocznie przedsięwziąć środki zaradcze celem przywrócenia normalnej pracy układu. Zorientowanie się co do miejsca uszkodzenia nie zawsze jest łatwe, szczególnie w przypadku zakłóceń, obejmujących swym zasięgiem większe połacie układu energetycznego. Przy zakłóceniach w liniach przesyłowych w przypadku nieprawidłowego działania zabezpieczeń wybiorczych lub przy zakłóceniu stateczności układu mogą być wyłączone odcinki sieci nie związane bezpośrednio z miejscem uszkodzenia. Nie mogąc od razu ustalić miejsca uszkodzenia na podstawie działania i wskazań przyrządów, rozrządca szuka go przez kolejne włączanie poszczególnych części sieci lub stopniowe podnoszenie w nich napięcia (od zera).

Dopiero po wyjaśnieniu sobie całego obrazu, który wytworzył się wskutek powstałych uszkodzeń, rozrządca przystępuje do likwidacji ich skutków. W przypadku, gdy dysponuje jedynie łącznością telefoniczną, traci sporo czasu (kilka, kilkanaście minut, a nawet i więcej) na ogarnięcie sytuacji. Rola urządzeń zdalnych, które znakomicie usprawniają normalną eksploatację układu, jest decydująca w szybkim usuwaniu zakłóceń. Obok zdalnego pomiaru, sterowania, regulacji i sygnalizacji — rozmowy telefoniczne mogą być w znacznym stopniu zredukowane przez skierowanie do punktu rozrządczego szablonowych sygnałów np. następującej treści: „napięcie zanikło", „uszkodzenie w kotłowni", „uszkodzenie w rozdzielni", „uszkodzenie w maszynowni", „pożar" itp.

Najbardziej korzystne dla likwidacji zakłóceń są pierwsze minuty po ich powstaniu. Przy gwałtownych zakłóceniach w sieci (obniżka napięcia i częstotliwości) część odbiorców (głównie siłowych) samoczynnie odłącza się od sieci. W wyniku tego podczas zakłóceń, przy których następuje wyłączenie niektórych generatorów lub rozdzielenie sieci na niesynchronicznie pracujące części z niedoborem mocy generatorowej, w pierwszych chwilach napięcie i częstotliwość mogą obniżyć się tylko nieznacznie. Dopiero w następnych minutach, gdy wyłączeni odbiorcy poczynają włączać się ponownie, może nastąpić znaczna obniżka napięcia i częstotliwości.

W szybkiej likwidacji zakłóceń prócz wymienionych wyżej czynników znaczną rolę może odegrać możność bezpośredniego oddziaływania z punktu rozrządczego na regulatory turbin lub też na specjalne samoczynne regulatory obciążenia całej elektrowni oraz możność uruchomienia z punktu rozrządczego rezerwowych zespołów. To ostatnie ma częste zastosowanie w stosunku do elektrowni wodnych, w których uruchomienie zespołów może być w pełni zautomatyzowane i sterowane z odległości, tak że uruchomienie i obciążenie danego zespołu może być dokonane (z punktu rozrządczego) w ciągu zaledwie paru minut. Bardzo się zaleca, aby w chwilach zakłóceń rozrządca miał zdalne wskazania ciśnienia pary w ko-

tłach dla zorientowania się co do możności przejęcia przez daną elektrownię obciążenia.

W zespolonych układach energetycznych w wypadku poważniejszego zakłócenia i w wyniku samoczynnych wyłączeń znaczne części sieci mogą znaleźć się bez napięcia i jednocześnie szereg elektrowni może wypaść z pracy równoległej. Rola centralnego rozrządu jest w takich wypadkach szczególnie doniosła, odpowiedzialna i decydująca o szybkim przywróceniu normalnego ruchu.

Podczas zakłócenia może nastąpić zupełnie przypadkowe rozpadnięcie się całego układu energetycznego na części, pracujące nadal lecz niesynchronicznie. Może przy tym nastąpić znaczne przeciążenie generatorów w jednych elektrowniach i niedociążenie w innych. Zakłócenie ruchu może się również skomplikować przez to, że wskutek znacznego odciążenia zespołu następuje krótkotrwała lecz znaczna zwyżka obrotów, powodująca działanie samoczynnych regulatorów turbin; dopływ pary do turbiny może wtedy ustać i maszyna zaczyna pracować nie jako generator, lecz jako silnik. W takich wypadkach trzeba ją odłączyć od sieci i następnie ponownie z nią zsynchronizować.

Gdy podczas zakłócenia znaczne części sieci będą pozbawione napięcia, niektóre generatory pozostaną bez obciążenia. Jednym z takich generatorów (możliwie największym) podnosimy napięcie „od zera" w części sieci pozbawionej prądu. Pozostałe wolne od obciążenia generatory winny być wówczas w ruchu „na pełnych obrotach", aby można było niezwłocznie je synchronizować z pierwszym generatorem i przerzucić na nie obciążenie, w przeciwnym bowiem razie wzrastające gwałtownie po wypadku obciążenie może „zadławić" generator przeznaczony do podniesienia napięcia „od zera". Nad całokształtem likwidacji skutków zakłócenia nieustannie czuwa rozrządca jako kierownik całej akcji.

Jeśli przy podnoszeniu napięcia od zera wskaźniki pomiarowe generatora wykażą istnienie w sieci zwarcia, wówczas rozrządca dzieli sieć pozbawioną prądu na części i podnosi napięcie od zera w poszczególnych częściach. Dla szybszej likwidacji wypadku niektóre (mniejsze) części sieci można włączać odrazu na pełne napięcie zamiast podnosić w nich napięcie od zera.

Podział układu energetycznego na części w celu podnoszenia napięcia od zera powinien być przez rozrządcę tak dokonany, ażeby istniała możność szybkiej synchronizacji poszczególnych elektrowni bez potrzeby dodatkowych przełączeń w sieci (bez specjalnych układów, bez wydzielania zespołów, transformatorów i linii przesyłowych na rezerwowe szyny zbiorcze itd.).

W ostatecznym wypadku, jeśli drogą uruchomienia i przełączenia maszyn nie da się osiągnąć wymaganego w sieci napięcia i wymaganej częstotliwości, rozrządca ucieka się do przerzucenia obciążenia z jednej części układu na drugą (z przerwą w zasilaniu), a w krańcowym wypadku — do wyłączania odbiorców prądu według ułożonej z góry kolejności lub jeśli tego wymagają okoliczności (obawa naruszenia stateczności) do wyłączania poszczególnych (końcowych) stacji transformatorowych lub części sieci.

Jednym z cięższych zakłóceń w układzie energetycznym jest naruszenie stateczności pracy równoległej elektrowni, doprowadzające do zupełnego rozpadnięcia się sprzężonego układu na części. W elektroenergetyce dnia wczorajszego, gdy moce przenoszone liniami przesyłowymi były stosunkowo niewielkie (kilkanaście lub kilkadziesiąt megawatów), a odległości przenoszenia niezbyt rozległe (kilkadziesiąt lub około setki kilometrów) wypadki naruszenia stateczności układu zdarzały się rzadko i nie stanowiły poważniejszego zagadnienia. Dziś, przy ogromnym rozroście układów energetycznych zarówno co do mocy, jak i odległości oraz przy zbliżeniu się częstokroć gospodarczego poziomu przesyłanej mocy do technicznie osiągalnego, zagadnienie stateczności pracy równoległej elektrowni stało się jednym z kluczowych zagadnień technicznych elektroenergetyki.

Zakłócenie stateczności powodowane jest w większości wypadków zwarciami powstającymi w sieci lub w samych elektrowniach. Te ostatnie zwarcia są szczególnie niebezpieczne, gdy są wielofazowe i gdy powstają na szynach zbiorczych. Dotyczy to zarówno elektrowni jak i węzłowych stacji transformatorowych lub głównych linii przesyłowych. Zwarcia jednofazowe z reguły wywołują naruszenie stateczności znacznie rzadziej.

W ślad za „uderzeniem" wywołanym przez zwarcie w sieci powstają większe lub mniejsze „kołysania" obciążeń, napięcia i częstotliwości. Generatory poczynają „wyć" (podobnie jak przy długotrwałych zwarciach) przy czym to wycie przebiega synchronicznie z kołysaniami. Kołysania mogą trwać krócej (kilka lub kilkanaście sekund) lub dłużej (kilkadziesiąt sekund lub kilka, a nawet kilkanaście minut). Należy zaznaczyć, że kołysania i ich następstwa powstają nie tylko skutkiem zwarć, lecz również przy przekroczeniu spokojnej (statycznej) stateczności układu. W wyniku kołysań cała sieć samorzutnie i zupełnie przypadkowo może rozpaść się na niesynchronicznie pracujące części, zasilane z różnych nie pracujących już równolegle elektrowni.

Zakłócenia połączone z naruszeniem stateczności są znacznie cięższe niż przy zwykłym (bez kołysań) podziale sieci, wywołanym samoczynnymi wyłączeniami. Kołysania w układzie związane z naruszeniem stateczności powstają z następujących przyczyn: przedłużania się działania zabezpieczeń wybiorczych przy silnych zwarciach w sieci podstawowej, niesynchronicznego włączenia generatora lub elektrowni, wyłączenia się z pracy elektrowni lub generatora o dużej mocy przy braku dostatecznej rezerwy ruchowej, znacznej obniżki napięcia wywołującej statyczną wywrotność układu jak również osłabiającej stateczność dynamiczną. Pierwsza z wymienionych przyczyn wywołuje zazwyczaj kołysanie krótkotrwałe, pozostałe przyczyny — raczej długotrwałe.

Jednym z ważnych zadań głównego rozrządcy jest czuwanie nad tym, ażeby nie dopuścić do kołysań lub ograniczyć ich skutki przez wydawanie w porę odpowiednich zarządzeń ruchowych lub bezpośrednie podjęcie kroków w terenie.

Przy kołysaniach (krótkotrwałych) spowodowanych przez zwarcie zabezpieczenia wybiorcze wyłączając uszkodzone części sieci doprowadzają zazwyczaj do przywrócenia stateczności. W ciężkim przypadku jednak wyłączenia takie powodują rozpadnięcie się układu na niesynchronicznie pracujące części, przy czym niektóre z nich mogą być pozbawione prądu.

Przy kołysaniach trwających dłużej, lecz nie powodujących samorzutnego rozpadnięcia się układu rozrządca główny może interweniować i przerwać kołysania (a tym samym zapobiec wyłączeniom samorzutnym) w drodze planowego rozdzielenia układu energetycznego na części nie związane ze sobą elektrycznie. Racjonalny podział sieci jest w tych wypadkach podstawowym warunkiem ograniczenia zakłóceń. Dla dokonania tego podziału rozrządca musi znać rozpływ mocy czynnych i biernych w układzie oraz moce większych zespołów pracujących w poszczególnych elektrowniach. Dla szybkiej orientacji rozrządcy odnośne dane powinny być przygotowane zawczasu i znajdować się zawsze pod ręką, przynajmniej dla trzech najbardziej charakterystycznych okresów pracy: 1) szczytu porannego; 2) szczytu wieczorowego i 3) nocnego minimum obciążenia. Podziału sieci najlepiej jest dokonywać w punktach spływu prądów.

Istnieją specjalne przekaźniki do dokonywania podziału sieci w razie wystąpienia kołysań. Przekaźniki takie zainstalowane w kilku punktach układu są włączane tylko tam, gdzie główny rozrządca, kierując się przypuszczalnym rozpływem mocy i spodziewanym bilansem mocy po rozczłonkowaniu układu, uzna to włączenie za wskazane.

W pierwszej chwili po podzieleniu układu nie zawsze w ramach poszczególnych części moc wytwarzana zbilansuje się z wielkością obciążenia, jak to przewidywał podział oparty na założeniach teoretycznych i obliczeniach wstępnych. Powody są zrozumiałe: niektóre elektrownie przy kołysaniach zrzucą z siebie część obciążenia, a jednocześnie znaczna część odbiorców podlega odłączeniu wskutek „kołysań" lub „uderzeń" przy zwarciu.

W chwilach następnych w tych częściach rozczłonkowanego układu, gdzie istnieje niedobór mocy, elektrownie mogą być w krótkim czasie przeciążone szybko powracającym obciążeniem, szczególnie biernymi prądami rozruchu odbiorów siłowych. Może to z kolei wywołać znaczną obniżkę napięcia i w konsekwencji naruszenie stateczności spokojnej (statycznej) i ponowne powstanie

kołysań. Gwoli zapobieżenia temu rozrządca główny po dokonaniu podziału układu i ustaniu kołysań powinien nieustannie czuwać nad częstotliwością i napięciem w niesynchronicznie pracujących częściach układu i niezwłocznie przedsiębrać kroki ku ponownej synchronizacji.

Okolicznością sprzyjającą zapobieżeniu naruszenia stateczności układu jest jego szybkie odciążenie wskutek samorzutnego wyłączania odbiorców przy zakłóceniu; w niektórych wypadkach wyłączenia takie mogą stłumić powstające kołysania.

Przy wyłączaniu odbiorców celem zapobieżenia kołysaniom lub przerwania ich rozrządca winien wybierać przede wszystkim odbiorców o złym współczynniku mocy, gdyż to uwolni sieć od przepływu mocy biernej i przyczyni się do szybszego przywrócenia stateczności.

Z opisanych wyżej przebiegów zakłóceń i odnośnych środków zapobiegawczych wynika, że sukces walki z kołysaniami w znacznej mierze jest zależny od roztropności i szybkiej orientacji personelu rozrządczego. Najmniejsza zwłoka w wydaniu decydujących zarządzeń i bezpośrednim zastosowaniu środków zaradczych może pociągnąć za sobą poważne konsekwencje ruchowe. Z drugiej strony nadmierny pośpiech może być również szkodliwy. Do właściwego postępowania konieczna jest prawidłowa ocena sytuacji przez rozrządcę i słuszne przewidywania co do rozwoju późniejszych wydarzeń w układzie, a to z kolei zależne jest od ruchowego doświadczenia rozrządcy i dobrej znajomości przez niego urządzeń.

Jako przykład bardzo ciężkiego zakłócenia ruchu, które rozwinęło się wskutek tego, że rozrząd zawiódł, może posłużyć wypadek, który się wydarzył w południowo-wschodniej części angielskiego „gridu“ w dniu 29 lipca 1934 r. Rozrządca stracił głowę podczas tego wypadku i zamiast opanować sytuację, która powstała wskutek uszkodzenia turbiny w jednej ze współpracujących elektrowni, przyczynił się do znacznego rozszerzenia zakłóceń. Dwukrotnie zamknięto wyłącznik w chwili niezsynchronizowania oraz nie ograniczono w porę (w drodze wyłączenia odbiorców) obciążenia jednej z ważniejszych linii przesyłowych. Poza tym popełniono szereg drobniejszych błędów zarówno ze strony personelu rozrządni głównej jak i w poszczególnych elektrowniach.

Moc zainstalowana w części „gridu“ dotkniętej tym wypadkiem wynosiła ok. 1 300 MW, moc maszyn będących w ruchu bezpośrednio przed wypadkiem — ponad 400 MW. a obciążenie — ok. 300 MW. Rezerwa wirująca w zupełności wystarczała do zastąpienia uszkodzonego zespołu wytwórczego, który wypadł z ruchu w jednej z 14 elektrowni pracujących wówczas równolegle. Tymczasem uszkodzenie to, które wydarzyło się ok. godz. 11.30 spowodowało całkowite rozpadnięcie się układu energetycznego i zupełne pozbawienie prądu znacznego obszaru gęsto zaludnionego kraju (ok. 30 000 km^2). Ważniejsze elektrownie były zsynchronizowane z siecią pomiędzy godz. 12 a 14, a dalsze później, tak że cały układ powrócił do normalnej pracy dopiero ok. godz. 18.

k) Sprawa rezerw

Niezależnie od zakłóceń, które mogą niespodziewanie wykoleić pracę układu energetycznego, rozrządca główny winien zawsze liczyć się z możliwością odchyleń od planowo przewidzianego ruchu układu (nagłe wzrosty i spadki obciążeń, odstąpienie przez niektóre elektrownie z tych czy innych przyczyn od wyznaczonego planu pracy itp.). W takich okolicznościach racjonalna gospodarka energetyczna nakazuje posiadanie eksploatacyjnej rezerwy mocy.

Niestety, zniszczenia wojenne urządzeń elektrycznych i nienależyte utrzymywanie ich w czasie wojny, z jednej strony, oraz powszechnie notowany gwałtowny po wojnie wzrost spożycia energii elektrycznej i niemożność uzupełnienia mocy w krótkim czasie, z drugiej strony, powodują anormalny stan pod względem zapewnienia należytej rezerwy mocy w układach energetycznych. Szczęśliwie się złożyło, że ubiegła zima była wyjątkowo lekka i elektrownie wodne miały poddostatkiem wody, tak że zakłócenia ruchowe z powodu braku rezerwy mocy nie występowały z taką ostrością, jak by to mogło być w obecnych warunkach powojennych (i nie tylko w Polsce).

W normalnych warunkach rezerwa eksploatacyjna winna być rezerwą „gorącą“, tzn. zdolną w każdej chwili przejąć obciążenie w czasie bardzo krótkim: natychmiast lub w ciągu 1 do 5 minut. Rezerwę taką mogą stanowić maszyny częściowo tylko obciążone lub biegnące luzem, częściowo obciążone kotły, bądź też maszyny i kotły znajdujące się w pełnej gotowości ruchowej (maszyny „na obrotach“, kotły „pod parą“). „Gorącą“ rezerwę stanowią też wszelkiego rodzaju akumulatory: wodne, cieplne, elektryczne.

Wielkość wymaganej rezerwy zależy z jednej strony od prawdopodobieństwa wyłączenia danego odbiorcy lub grupy odbiorców w razie zakłócenia ruchu, z drugiej strony od ważności odbioru bądź z ogólnego punktu widzenia, bądź wskutek strat materialnych, ponoszonych przez gospodarkę narodową w razie pozbawienia odbiorcy prądu.

Pewność ruchu wymaga, ażeby wyjście z ruchu jakiegoś zespołu wytwórczego nie powodowało przerw w zaopatrywaniu odbiorców w energię elektryczną. Wobec tego wielkość najmniejszej rezerwy ruchowej układu energetycznego nie powinna być mniejsza od mocy największego zespołu, pracującego w układzie.

Najwłaściwszym miejscem rezerwy ruchowej jest elektrownia regulująca w układzie częstotliwość, jako że elektrownia ta jest najbardziej podatna do zmiany swego obciążenia. Również samoczynność działania i szybkość reagowania w razie potrzeby uruchomienia rezerwy przemawiają za tym, żeby była ona tam ulokowana.

Wyznaczając rezerwę w jednej z elektrowni musimy się liczyć z ewentualnością forsowania jej kotłowni, co nie zawsze jest możliwe z uwagi na miejscowe warunki (liczba, stan i typ kotłów, rodzaj paliwa i palenisk itd.). To też przy forsowaniu kotłowni wielkość otrzymywanej w ten sposób rezerwy winna być dla danej elektrowni z góry określona przez rozrządcę głównego.

Ześrodkowanie całej rezerwy w jednej elektrowni może prócz trudności natury cieplnej spowodować technicznie niedogodny i gospodarczo nieracjonalny rozdział mocy czynnych i biernych w całym układzie.

Innym rozwiązaniem jest rozłożenie rezerwy ruchowej na wiele punktów układu energetycznego, co osiąga się przez niepełne obciążenie zespołów. Sprężyste operowanie w ten sposób „rozproszoną“ rezerwą jest jednak trudniejsze niż przy rezerwie „ześrodkowanej“ zwłaszcza wówczas, gdy urządzenia techniczne głównego rozrządu (pomiar i sterowanie zdalne) nie są należyte.

Najlepsze wyniki ruchowe osiąga się wówczas, gdy główna część rezerwy jest ześrodkowana i w razie potrzeby może być niezwłocznie użyta w pierwszej kolejności, natomiast mniejszą część szybko uruchamianej rezerwy można rozlokować w różnych punktach układu i używać jej przy spadku częstotliwości poniżej pewnego z góry przez główny rozrząd ustalonego poziomu.

W wyniku warunków lokalnych oraz dla osiągnięcia najlepszych wyników pracy, technicznych i gospodarczych, można rezerwę ruchową przesuwać w ciągu doby, tygodnia, miesiąca czy sezonu z jednych elektrowni na inne.

Jeśli wielkość rezerwy „gorącej“ okaże się w toku jej użycia niewystarczającą, należy celem pokrycia niedoboru mocy uciec się do uruchomienia rezerwy „zimnej“. Czas uruchomienia i możność wyzyskania tej ostatniej bywają różne i zależne od rodzaju używanych do tego celu urządzeń; czas waha się w granicach od 15 minut do przeszło 2 godzin.

Należy zaznaczyć, że ruchowa rezerwa mocy, tzn. zespoły wytwórcze (generatory i kotły) nie wyczerpują bynajmniej rezerwy ruchowej w ogólniejszym znaczeniu, na którą składa się również szereg innych czynników jak np. moc w transformatorach, zdolność przesyłowa linii, konfiguracja sieci (dwustronne zasilanie!), pewność ciągłego zasilania własnych potrzeb, stateczność spokojna (statyczna) i dynamiczna układu, elastyczność ruchowa sieci (możność dzielenia jej, dokonywania przełączeń i zmian w przekładni transformatorów drogą przestawiania zaczepów itd. — wszystko bez przerw w ruchu), wybiorczość zabezpieczeń, należyte działanie całego rozrządu oraz szereg czynników mniejszej wagi.

Nad wszystkimi wymienionymi warunkami, zapewniającymi ciągłość dostarczania energii elektrycznej odbiorcom w układzie energetycznym, nieustannie czuwa eksploatacyjny organ ruchowy, jakim jest rozrząd główny. Niestety, uczynienie zadość wymaganiom pewności ruchu i należytej jakości energii elektrycznej z jednej strony oraz uwzględnienie wymagań gospodarczych z drugiej strony — nie zawsze dają się pogodzić. Zadaniem rozrządcy głównego jest między innymi, odpowiednio do istniejących możliwości pracy układu energetycznego, zapewnić najlepszą gospodarność wytwarzania i rozdziału energii elektrycznej i nie zaniedbać równocześnie pewności dostawy i jakości energii elektrycznej. Znalezienie tutaj „złotego środka" wymaga zarówno uprzednich teoretycznych kalkulacji gospodarczych i technicznych, jak też posiadania wyników praktyki ruchowej danego układu energetycznego.

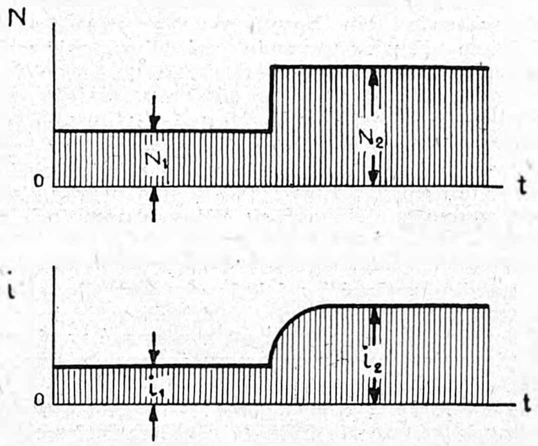
l) Pomiar zdalny

W ścisłym tego słowa znaczeniu pomiar zdalny istnieje już oddawna w elektrowniach i urządzeniach rozdzielczych. Wszak wszystkie przyrządy pomiarowe znajdujące się na tablicach i pulpitach w nastawniach odległe są o kilkadziesiąt, niekiedy nawet kilkaset metrów od miejsca dokonywania pomiaru. Jednakże nie nazywamy tych pomiarów „zdalnymi".

W miarę powiększania się odległości między miejscem pomiaru a miejscem wskazania, jak to zaczęło się w sprzężonych układach energetycznych przy koordynacji ruchu przez rozrządcę, znacznie zaczęły wzrastać koszty przewodów potrzebnych do przesyłania pomiarów (wzrost długości i przekrojów), zaczęły wzrastać straty przesyłu i odpowiednio do tego moce transformatorów mierniczych. Wzrost kosztów przy zwiększonych odległościach i przy dotychczasowych metodach przysyłania pomiaru dawał się odczuć szczególnie przy pomiarach wymagających większej liczby przewodów (np. pomiar mocy prądu trójfazowego).

To też opracowano specjalne metody i urządzenia, dzięki którym pomiar przesyła się na znaczną odległość za pomocą małej liczby przewodów i — jeśli są przeznaczone wyłącznie do tego celu — o małym przekroju. Taki właśnie rodzaj pomiaru nazywamy zdalnym.

Odpowiednio do sposobu przekształcenia mierzonej wielkości celem przesłania jej (nie wchodzą tu, oczywi-



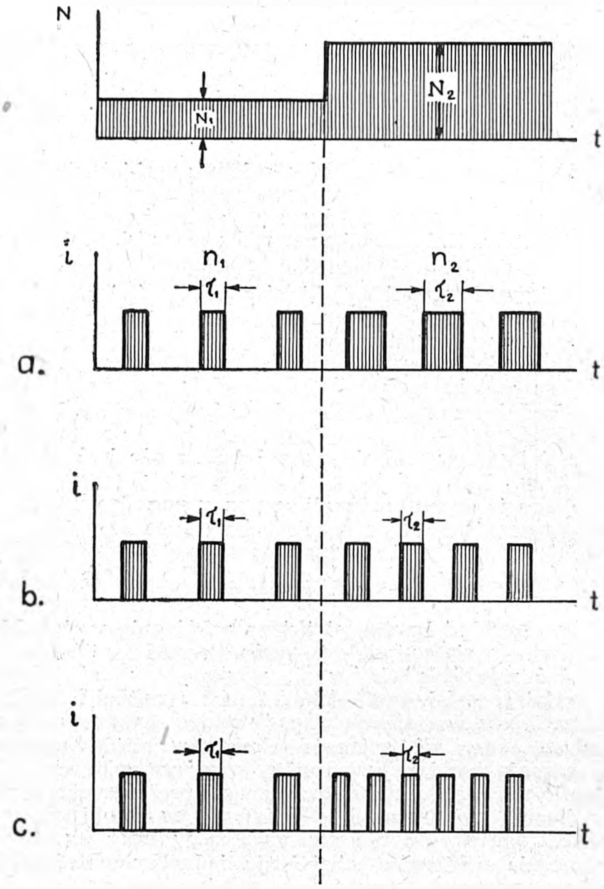
Rys. 16. Wykres pracy przyrządów pomiaru zdalnego według zasady mocy

ście, w rachubę zmiany natężenia prądu i napięcia przy użyciu transformatorów mierniczych) rozróżniamy trzy zasadnicze rodzaje pomiarowych urządzeń zdalnych.

Pierwszy rodzaj stanowią urządzenia oparte na zmianie intensywności działania, drugi — na zasadzie impulsów, trzeci — na zasadzie częstotliwości.

W urządzeniach pierwszego rodzaju przy zmianie mierzonej wielkości zmienia się przysyłana moc zazwyczaj pod postacią prądu stałego, zmieniającego swe natężenie lub napięcie. Przyrządy prądu stałego są znacznie czulsze niż prądu zmiennego, to też umożliwiają stosowanie bardzo małych prądów oraz znacznych oporności linii służących do przenoszenia pomiarów (rzędu tysięcy omów). Zasadę działania urządzeń tego rodzaju wyjaśnia rys. 16.

Wśród urządzeń tego typu rozwinęły się dwie grupy: 1) urządzenia nieskompensowane (przetwornicowe lub opornikowe, potencjometryczne); 2) urządzenia skompensowane tj. takie, w których zmiany oporności linii i napię-



Rys. 17. Wykres pracy przyrządów pomiaru zdalnego według zasady impulsów

a. $\tau_2 > \tau_1$ $n_2 = n_1$ b. $\tau_2 = \tau_1$ $n_2 > n_1$ c. $\tau_2 < \tau_1$ $n_2 > n_1$

cia prądu pomocniczego są samoczynnie regulowane (silnikowe z regulatorem opornikowym, z bezpośrednim regulowaniem, wibracyjne, według metody prądu zerowego).

W urządzeniach działających na zasadzie impulsów mierzona wielkość przekształcana jest w impulsy prądu stałego lub zmiennego, przy czym w miarę zmian tej wielkości ulega zmianie bądź długotrwałość tych impulsów (rys. 17a), bądź ich gęstość (rys. 17b), bądź też ich liczba (rys. 17c).

Wreszcie w urządzeniach działających na zasadzie częstotliwości przy zmianach mierzonej wielkości następuje zmiana częstotliwości prądu zmiennego przenoszącego pomiar zdalny (rys. 18).

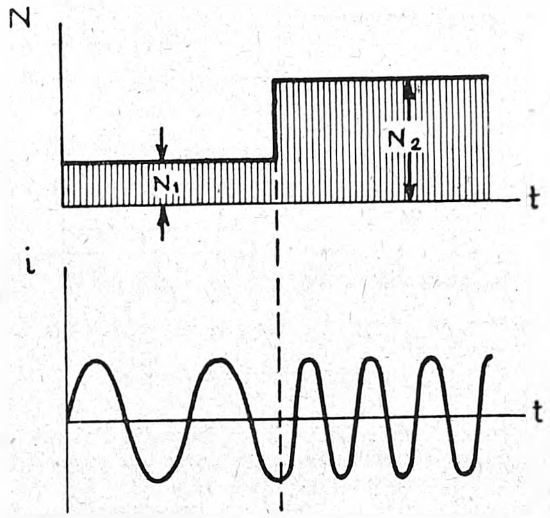
W każdym z wymienionych rodzajów urządzeń pomiaru zdalnego stosowane są różne metody przekształcenia i przesyłania mierzonych wielkości.

Pierwsze urządzenia pomiaru zdalnego ukazały się w Ameryce ok. 1922 r., a następnie w Europie, w Niemczech ok. 1925 r.

Doskonałość urządzenia pomiaru zdalnego, jak każdego przyrządu pomiarowego, cechują: dokładność wskazań oraz czas ustalenia się wskazania. Ostatnio, przez zastosowanie w tych urządzeniach metod elektronowych, jeszcze bardziej udoskonalono metodę pomiaru. Dokładniejsze są urządzenia działające na zasadzie impulsów i częstotliwości niż zmiany mocy. Dokładność wskazań wyraża się w pomiarach zdalnych w dziesiętnych częściach jednego procentu. Zresztą nie wszystkie wskazania wymagają jednakowego stopnia dokładności, który powinien być największy przy pomiarze mocy czynnej, częstotliwości i napięcia. Dla innych wielkości występujących w czynnościach rozrządczych dokładność wskazań może być mniejsza.

Wskazania pomiarów zdalnych mogą być bądź ciągłe (nieustanne), bądź okresowe (np. co kwadrans lub co dowolny inny okres czasu), bądź też mogą być podawane na żądanie rozrządcy.

W pomiarze zdalnym są stosowane zarówno urządzenia wskazówkowe, jak też obrotowe (liczniki). Często też bywają stosowane urządzenia zapisujące (punktowanie



Rys. 18. Wykres pracy przyrządów pomiaru zdalnego według zasady częstotliwości

lub kreślenie krzywych ciągłych) oraz drukujące. Skala przyrządów wskazujących jak również szybkość posuwania się taśmy w przyrządach zapisujących — bywają równomierne lub też nierównomierne. To ostatnie jest konieczne przy pomiarze takich wielkości jak napięcie, częstotliwość itp., które w normalnych warunkach pracy zmieniają się bardzo nieznacznie i rozrządca musi mieć możność obserwowania niewielkich nawet odchyleń od wartości znamionowej.

Dla dokonywania okresowych odnotowań (zapisów) licznych przyrządów mierniczych (przeważnie liczników) często bywa stosowane samoczynne fotografowanie wskazań tych przyrządów, zgrupowanych na jednej tablicy i fotografowanych jednym na stałe ustawionym aparatem fotograficznym.

Wskazywanie wielkości mierzonej w miejscu dokonywania pomiaru równocześnie z pomiarem zdalnym nie zawsze jest konieczne. Wskazanie to może być dokonane odrębnym zwykłym przyrządem pomiarowym.

Warto wspomnieć o tym, że w szeregu wypadków wartość zerowa mierzonej wielkości przekazywana jest do punktu rozrządczego nie pod postacią braku prądu (lub impulsów) w linii, lecz pod postacią pewnej wartości prądu (lub impulsów). Podziałce zerowej przyrządu mierniczego w rozrządni odpowiada pewna najmniejsza wartość prądu lub liczba impulsów, natomiast zupełny zanik prądu, np. przy uszkodzeniu, jest sygnalizowany przejściem wskazówki poniżej tej podziałki.

W stosunku do linii przesyłającej pomiar zdalny możemy wysunąć trzy następujące dezyderaty: 1) ażeby zmiana temperatury i warunków atmosferycznych nie wpływała na dokładność pomiaru (z powodu zmian oporności i przewodności izolacji); 2) ażeby przenoszenie wskazań mogło być dokonywane za pomocą jak najmniejszej liczby przewodów (praktycznie biorąc najwyżej dwóch); 3) ażeby przesyłanie wskazań nie wymagało specjalnych linii, lecz aby można było do tego celu wykorzystać inne istniejące już linie: telefoniczne, telegraficzne, prądu silnego.

Odbiorcze urządzenia pomiaru zdalnego mocy winny umożliwiać dodawanie i odejmowanie mierzonych wielkości w dowolnych kombinacjach, o czym już była mowa wyżej.

Właściwa organizacja pomiarów wielkości, które charakteryzują pewność ruchu układu energetycznego, pozwala na ograniczenie rezerw i utrzymywanie ich na poziomie niezbędnego minimum.

Pomiar zdalny obejmuje dziś wszystkie wielkości istotne dla pracy rozrządu, a więc: prąd, napięcie, częstotliwość, moc czynną, moc bierną i współczynnik mocy.

m) Zdalne sterowanie i sygnalizacja

Sterowanie i sygnalizacja na odległość oddawna były stosowane w energetycznych urządzeniach wytwórczych i rozdzielczych, jednakże posługiwano się do tego celu techniką prądów silnych tzn. posługiwano się stosunkowo znaczną liczbą przewodów o stosunkowo znacznych przekrojach. Tak naprzykład według dość często stosowanego schematu „odległościowego" sterowania wyłącznika olejowego trzeba było użyć 7 żył o przekrojach 2,5 do 4 mm².

Początkowo technika zdalnego sterowania i sygnalizacji w energetyce posługiwała się metodami, a niekiedy nawet aparatami, używanymi w telefonii, telegrafii i rozrządzie kolejowym, gdyż zadania były podobne: przesyłanie licznych zleceń i sygnałów za pośrednictwem małej liczby przewodów. Jednakże niebawem okazało się, że energetyka stawia tej gałęzi techniki szczególne wymagania i rozwój tych urządzeń poszedł odmienną drogą.

Rozrząd elektroenergetyczny wymaga sterowania bardzo różnorodnymi, zarówno co do swej natury jak i działania, urządzeniami wytwórczymi, rozdzielczymi, regulacyjnymi.

Czynności i sygnały sterowania zdalnego możemy podzielić na 3 zasadnicze grupy.

Do pierwszej grupy zaliczamy sterowanie i dysponowanie dokonywane z rozrządni w stosunku do jednostki (elektrowni lub stacji transformatorowej), której pracą rozrząd kieruje. Sterowanie polega na bezpośrednim oddziaływaniu na urządzenia kierowane z rozrządni. Dysponowanie polega na wydawaniu poleceń personelowi dyżurnemu podległej jednostki, aby odpowiednie czynności wykonano. Będą tu wchodziły w grę następujące czynności ruchowe: włączanie i wyłączanie wyłączników i odłączników, przełączanie zaczepów transformatorów, zmiana położenia regulatorów indukcyjnych, oddziaływanie na regulatory pary w turbinach i wzbudzenia w generatorach, uruchamianie i zatrzymywanie maszyn, podawanie wskazań przyrządów pomiaru zdalnego (jeżeli pomiar nie jest dokonywany w sposób ciągły) itd.

Druga grupa będzie obejmowała sygnały kontroli zdalnej, która automatycznie winna przekazywać wskazania ruchowe z urządzenia kontrolowanego do rozrządni. Będą to wskazania stanu zamknięcia lub otwarcia wyłączników i odłączników, położenia zaczepów transformatorowych, kierunku przepływu mocy czynnej i biernej, nadmiernej obniżki lub zaniku napięcia, powstania w sieci uziemienia, niedopuszczalnej obniżki ciśnienia pary, nadmiernego obciążenia itd.

Do trzeciej grupy zaliczamy sygnalizację zdalną, obejmującą ogólnikowo typowe i często powtarzające się dyspozycje ruchowe lub przekazywanie szablonowych wiadomości, gwoli zaoszczędzenia rozmów telefonicznych i skrócenia czasu wykonania czynności ruchowych. A więc będą to kombinacje takich sygnałów: „obniżyć", „podwyższyć", „napięcie", „obciążenie", „okresy", „włączyć", „wyłączyć", „maszynę", „transformator", „odbiorców", „daję napięcie", „oczekuję napięcia", „uszkodzenie" itp.

Dyspozycje idące z rozrządni do punktu kontrolowanego, czy też sygnały idące z punktu kontrolowanego do rozrządni mogą być sprowadzane do dwóch zasadniczych rodzajów: jednych o charakterze pozytywnym np. włączyć, podwyższyć, włączono, podwyższono itd., innych o charakterze negatywnym (wyłączyć, obniżyć, wyłączono, obniżono itd.). Z tego wynika, że wszelkie urządzenie i wszelka wielkość będą posiadały najwyżej dwa sygnały w każdą stronę. Jeżeli przenoszenie różnorodnych sygnałów może być dokonywane przy pomocy tych samych urządzeń, to wysyłanie i przyjmowanie ich wymaga różnych urządzeń z uwagi na różnorodność rodzaju i warunków ich pracy.

W stosunku do urządzeń sterowania zdalnego stawiane są szczególnie surowe wymagania co do pewności pracy i niezawodnego przekazywania sygnałów. Żadne urządzenie techniczne nie jest w 100% niezawodne w działaniu. W omawianym jednak wypadku musi istnieć całkowita pewność, że urządzenie zdalne nie przekaże sygnału fałszywego; conajwyżej może ono sygnału nie przekazać w ogóle.

Jeśli sygnał nie został przekazany wskutek przemijającego zakłócenia w pracy urządzenia zdalnego, to winien on być samoczynnie przekazany niezwłocznie, gdy tylko zakłócenie przeminie. Poza tym wymagana jest daleko posunięta wybiorczość urządzeń wysyłających i przyjmujących sygnały, gdyż liczba obwodów, proporcjonalna do liczby obsługiwanych obiektów, jest znaczna. Zakłócenie w jednym z obwodów nie powinno wpływać na pracę obwodów pozostałych.

W omawianych urządzeniach niezbędna jest samokontrola, polegająca na samoczynnym sygnalizowaniu do rozrządni stanu tych urządzeń, a więc sygnalizacji wszelkich uszkodzeń, nieprzekazania sygnału, zaniku napięcia źródła prądu zasilającego itp.

Czynności rozrządcy przy sterowaniu zdalnym dzielą się na dwie części — przygotowawczą i wykonawczą. Po dokonaniu czynności przygotowawczej rozrządca winien mieć możność dzięki odnośnym urządzeniom (mechanicznym, optycznym lub akustycznym) upewnić się co do prawidłowości zamierzonej przezeń operacji i dopiero wówczas ją wykonać. Jeśli rozrządca pomylił się w swych czynnościach przygotowawczych, to powinien mieć możność bądź naprawić swój błąd, bądź całkiem wyrzec się zamierzonej operacji i nie dokonywać czynności wykonawczej.

Każda otrzymana dyspozycja lub sygnał winny być „pokwitowane", tak ażeby dysponujący miał pewność, że zlecenie jego zostało otrzymane na miejscu przeznaczenia i wykonane. Kwitowanie dokonywa się zazwyczaj przez obrót właściwego klucza lub naciśnięcie przycisku przez dyżurnego w elektrowni lub na stacji transformatorowej objętej przez rozrząd. Zazwyczaj czynność kwitowania związana jest z usunięciem wywołanego sygnału akustycznego i tzw. wskaźnika niezgodności (np. zapalenia się specjalnej lampy ostrzegawczej, przeważnie migającej, lub części schematu świetlnego również migającego). „Kwitowanie" ma bardzo istotne znaczenie dla pracy personelu dyżurującego, gdyż pozwala mu szybciej ogarnąć sens i zakres zmian, które nastąpiły w układzie, albowiem zmusza go do zwrócenia uwagi i dokonania określonej czynności. Dzięki temu osiąga się większą pewność i szybkość skoordynowania pracy rozrządu.

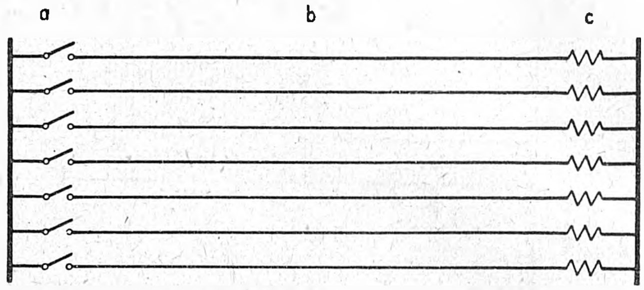
Urządzenia zdalnego sterowania i sygnalizacji różnią się pod względem konstrukcyjnym liczbą „kanałów" przesyłowych i metodą wybierania. Przez „kanał" rozumiemy zespół obwodów elektrycznych łączności pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem sterowania zdalnego. Urządzenia bywają wielokanałowe i małokanałowe. W urządzeniach wielokanałowych różne impulsy sterowania i sygnalizacji przesyła się równocześnie (równolegle w czasie); liczba kanałów zależna jest od liczby obiektów kontrolowanych, stanowiąc w stosunku do nich pewną wielokrotność względnie całość. W urządzeniach małokanałowych impulsy przesyła się różnocześnie (szeregowo w czasie), przy czym liczba kanałów łączności nie jest zależna od liczby obiektów, pozostając stałą dla różnej ich liczby. Przy zmianie liczby obiektów zmienia się tylko liczba impulsów przesyłanych i liczba przełączeń, które muszą być dokonane w jednym cyklu pracy urządzenia. Schematy ideowe urządzeń wielo- i małokanałowych podają rys. 19 i 20.

Czas przesyłania dyspozycji lub sygnału w urządzeniach zdalnych winien być możliwie krótki, jednak nie zawsze ma to zasadnicze znaczenie. W urządzeniach dawniejszego typu nie przekraczał on 20 sekund, w nowszych 4—5 sekund, a we współczesnych jest rzędu 1 sekundy. Krótki ten czas ma znaczenie jedynie przy sterowaniu odległych urządzeń bezpośrednio z rozrządni. Natomiast przy zdalnym tylko dysponowaniu oraz samoczynnej lub ręcznej sygnalizacji zdalnej różnica w szybkości przesyłania rzędu sekund nie ma szczególnego znaczenia, byleby tylko łączny czas czynności rozrządczej nie przekraczał pewnego wymaganego minimum rzędu 1 minuty. Czas wykonania dyspozycji rozrządcy jest zazwyczaj wielokrotnie dłuższy niż czas jej przesyłania, tak że pojedyńcze sekundy nie grają tu roli.

n) Łączność telefoniczna

Niezależnie od wymienionych środków zdalnego pomiaru, sterowania, meldowania, sygnalizacji i regulacji, umożliwiających i doskonale usprawniających rozrząd w układach energetycznych, konieczne jest, dla zapewnienia sprawnego ruchu, posiadanie w całej organizacji rozrządczej zupełnie pewnej łączności telefonicznej. Sieć telefoniczna rozrządu energetycznego winna być użytkowo zupełnie wyodrębniona z ogólnej sieci telekomunikacyjnej kraju, aczkolwiek może się posługiwać do swoich celów zarówno urządzeniami własnymi, jak też ogólnymi.

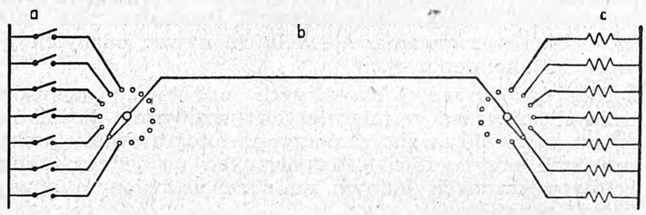
Rozrząd elektroenergetyczny, zależnie od zakresu i celu działania, może się posługiwać czterema znanymi środkami telekomunikacji: liniami kablowymi, liniami napowietrznymi, telefonią nośną na przewodach wysokiego napięcia i radiokomunikacją.



Rys. 19. Schemat ideowy urządzenia wielokanałowego
a) Klucze nadawcze
b) Kanały przesyłowe
c) Przekaźniki odbiorcze

Rozmowa telefoniczna dotycząca spraw ruchowych posiada dla rozrządcy częstokroć wagę dokumentu, to też powinny być dla niej stworzone odpowiednio dobre warunki słyszalności, jak też szybkości i niezawodności połączenia. Dla szczególnie ważnych szlaków telekomunikacyjnych jeden z wymienionych środków łączności może stanowić rezerwę dla innego oraz można stosować utrwalenie odbytej rozmowy na taśmie dźwiękowej.

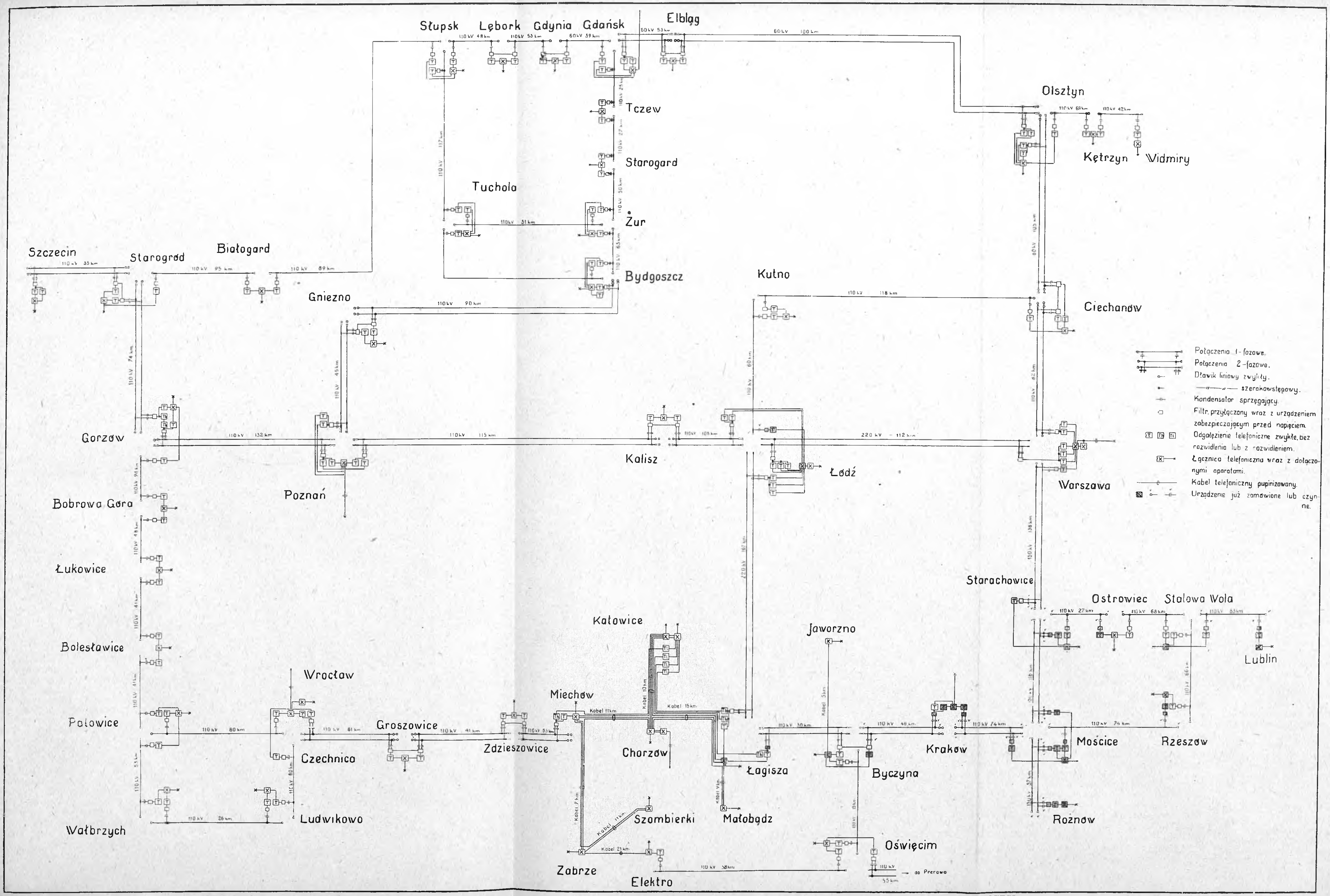
Rozważania na temat kiedy, gdzie i dlaczego stosuje się ten czy inny środek łączności, wybiegają poza ramy niniejszego referatu. Kilka uwag natomiast poświęcimy telefonii nośnej jako „najbliższej" urządzeniom silnoprądowym. Uważając, że zasada działania i konstrukcyjne wykonanie tego rodzaju telefonii jest czytelnikom znane*), ograniczymy się jedynie do kilku uwag porównawczych i krytycznych.



Rys. 20. Schemat ideowy urządzenia małokanałowego
a) Klucze nadawcze
b) Kanał przesyłowy
c) Przekaźniki odbiorcze

Mamy dwa możliwe sposoby użycia do tego celu linii energetycznych: dwóch faz lub jednej fazy i ziemi. Pierwszy sposób daje dwu- trzykrotnie mniejsze tłumienie w porównaniu do drugiego. Okoliczność ta pozwala przy tej samej mocy dokonać przesyłania na większą odległość. Wadą systemu dwufazowego jest większe tłumienie i gorsza słyszalność przy powstawaniu na przewodach sadzi i osadów lodowych. Poza tym przy systemie dwufazowym w razie uszkodzenia przewodów telekomunikacja jest mniej pewna: zerwanie się jednego z przewodów powoduje zazwyczaj przerwę w łączności. Przy systemie jednofazowym w razie oberwania się przewodu (bez uziemienia go) łączność nie ulega przerwie, gdyż oba końce zerwanego przewodu działają na siebie jak anteny; prócz tego przejście energii z jednego zerwanego końca przewodu na drugi jest ułatwione przez obecność dwóch pozostałych przewodów linii. System dwufazowy jest dogodniejszy z punktu widzenia zakłóceń i wpływu prądu silnego na telekomunikację, gdyż w tym wypadku obydwa przewody oddziaływają wzajemnie na siebie

*) Ob. artykuły inż. H. Kühna w Przegl. Elektr., zesz. 12 z 1938 roku (str. 350—360) oraz zesz. 1/2 z 1948 r. (str. 28—41).



Rys. 23. Schemat ideowy telekomunikacji oraz zdalnego pomiaru, sterowania i sygnalizacji dla potrzeb polskiej krajowej sieci energetycznej

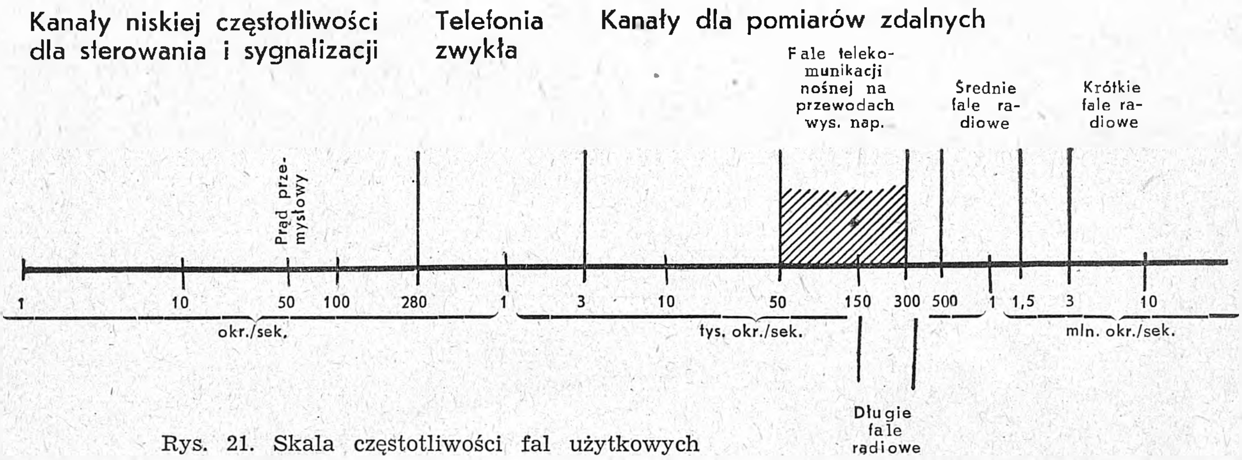
kompensująco. System dwufazowy jest droższy, gdyż wymaga większej liczby urządzeń sprzęgających (kondensatorów i dławików).

Gdy na szlaku telekomunikacji nośnej na którejś z przelotowych stacji transformatorowych linia prądu silnego jest przerwana (wyłączona przez aparaturę rozdzielczą), należy na tej stacji mieć telekomunikacyjne urządzenie obejściowe, które równocześnie może być wykorzystane dla nawiązania łączności z tą właśnie stacją transformatorową.

Urządzenia obejściowe powodują znaczne tłumienie w telefonii nośnej, wskutek czego liczba obejść na jednym szlaku telekomunikacyjnym nie może przekraczać kilku. System dwufazowy jest pod tym względem lepszy.

Oczywiście, telefonia nośna korzysta szeroko z zasady wielokrotności, gdyż linie prądu silnego są używane nie tylko do łączności telefonicznej, lecz również do wspomnianych wyżej pomiarów zdalnych, do sterowania, sygnalizacji, regulacji i zabezpieczeń wybiorczych. Tym ostatnim nie poświęcamy miejsca w niniejszym referacie, gdyż nie wiążą się one tak ściśle z rozrządem, jak inne wymienione urządzenia, lecz są jednym z licznych wyposażeń technicznych złożonej sieci wysokiego napięcia.

Na zakończenie opisu urządzeń telekomunikacyjnych dla rozrządu elektroenergetycznego podajemy wykres częstotliwości użytkowych z zaznaczeniem w nim zakresu fal, zarezerwowanych dla telekomunikacji nośnej na przewodach linii wysokiego napięcia (rys. 21).



Rys. 21. Skala częstotliwości fal użytkowych

Zakres ten, zawarty w granicach od 50 do 300 tys. okr. na sek., odpowiada długości fal od 6 000 do 1 000 m.

c) Rozrządnia

O roli i usytuowaniu rozrządni w stosunku do całego układu energetycznego mówiliśmy już wyżej. Obecnie pokrótce omówimy dwa najistotniejsze jej wewnętrzne urządzenia: tablice i pulpit.

Tablica w nastawni była prototypem tablicy rozrządczej, a zasadnicza różnica pomiędzy nimi polega na tym, że druga zawiera odzwierciadlenie znacznie większej liczby urządzeń rozrzuconych przy tym terenowo.

Zadaniem tablicy w rozrządni jest odzwierciadlanie każdorazowego stanu urządzeń wytwórczych, rozdzielczych i przesyłowych układu. Przejrzystość tablicy, pozwalająca łatwo ogarnąć wszelkie zmiany w układzie, jest zasadniczym warunkiem sprawnej pracy rozrządcy. Na nowoczesnej tablicy rozrządczej nie ma dziś żadnych części (kółek, dźwigni, przycisków itp.), które pozwalałyby wykonywać z niej czynności sterownicze. Te czynności załatwia się jedynie z pulpitu.

Ewolucja tablic rozrządczych była znaczna. Od prymitywnego zaznaczania (na zwykłej odbitce schematu elektrycznego sieci) stanu aparatury rozdzielczej za pomocą szpilek z kolorowymi chorągiewkami do nowoczesnej tablicy ze świecącym się schematem, samoczynnie wykazującym wszelkie zmiany w sieci — droga była długa.

Od tablicy rozrządczej wymagamy dziś nie tylko wykazywania stanu aparatury (włączenie czy wyłączenie), według którego rozrządca mógłby dopiero dochodzić do orientacji w układzie elektrycznym sieci), lecz również wykazywania bezpośrednio stanu elektrycznego układu (np. napięcie w tej czy innej części sieci). Ułatwia to znakomicie pracę rozrządu w skomplikowanych układach. Należy więc rozróżniać obraz stanu aparatury rozdzielczej od obrazu stanu elektrycznego układu.

Poza tym z zasadniczych czynników ruchowych tablica musi informować o kierunku przepływu mocy, a z czynności ruchowych podawać wiadomości o dyspozycjach wydanych z rozrządni oraz o ich wykonaniu

Omówienie konstrukcyjnych rozwiązań tablic rozrządczych nie wchodzi w zakres niniejszego referatu.

Z istotnych dla rozrządu spraw należy wspomnieć o oznaczaniu aparatury rozdzielczej tak, ażeby w rozmowach telefonicznych pomiędzy personelem ruchowym możliwie wykluczyć wszelką niejasność i wątpliwość co do urządzenia, o którym jest mowa. Możliwe są tu do przyjęcia dwie zasady oznaczeń — terenowo-geograficzna i liczbowa.

Według pierwszej z tych zasad każda linia czy aparat otrzymuje nazwę bądź od miejscowości czy terenu, bądź od strony świata, bądź też od elektrowni, które łączy lub w których się znajduje.

Przy metodzie liczbowej każde urządzenie czy aparat otrzymuje swój numer, który ułożony jest w taki sposób, że kolejność cyfr wskazuje na jego miejsce, napięcie robocze i przeznaczenie. Np. pierwsza cyfra numeru oznacza pierwszą cyfrę napięcia nominalnego, druga oznacza przeznaczenie danego urządzenia (powiedzmy zero oznacza linię lub generator; jedność — jeden z dwóch równoległych wyłączników szynowych; trójka — transformator itd.), wreszcie trzecia cyfra oznacza numer kolejny. A więc np. jeśli mamy wyłącznik „105", może to oznaczać, że jest on 110-kilowoltowy (cyfra 1), że jest na linii odchodzącej (cyfra 0), że jest piąty z kolei (cyfra 5).

Pulpit rozrządczy z reguły winien zawierać następujące elementy: sterownicze i kwitujące przyciski lub dźwigienki zdalnego kierowania układem energetycznym; przyrządy pomiaru zdalnego; aparaty lub niekiedy też i głośniki telefoniczne oraz ewentualnie i przełączniki telefoniczne (w większych rozrządniach połączenia telefoniczne dokonywane są przez osobnego telefonistę z łącznicy znajdującej się poza rozrządnią); niektóre sygnały; miejsce do pisania dla dyżurującego personelu oraz do posiadania pod ręką materiałów pomocniczych jak np. schematów podręcznych, map, wykazów sprawozdawczych itp.

Pulpity nowoczesne są wykonywane w postaci większego czy mniejszego biurka na dwie lub więcej osób. Przednia część w postaci wystającej galeryjki zawiera przyrządy pomiarowe i wskazujące; przyciski, klucze itp. są umieszczone w płaszczyźnie poziomej.

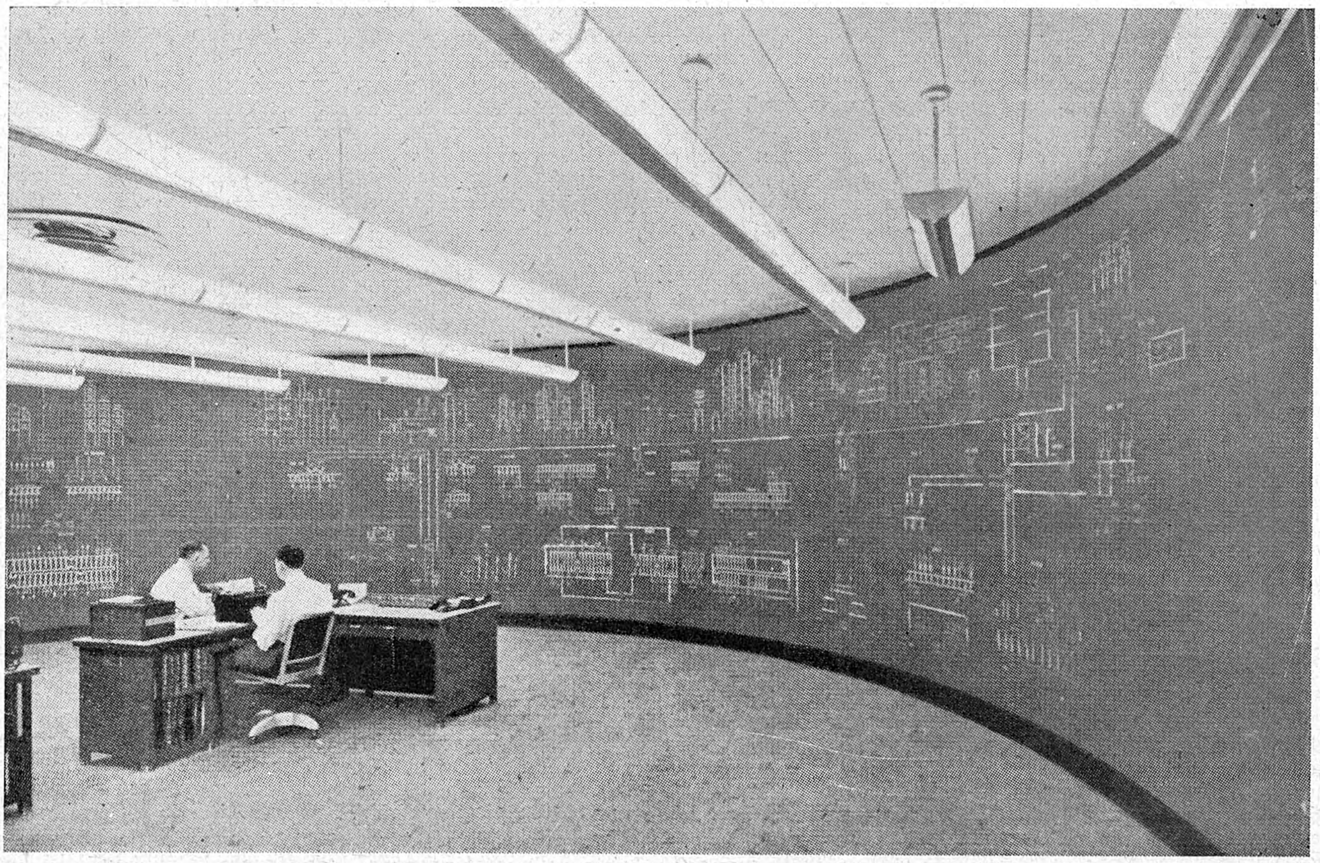
Rys. 22 podaje przykładowo wygląd nowoczesnej rozrządni.

4. Rozrząd elektroenergetyczny w Polsce.

Rozrząd elektroenergetyczny we współczesnym znaczeniu tego pojęcia i w świetle przytoczonych wyżej danych o jego ustroju i zadaniach, w Polsce jeszcze nie istnieje. Potrzeba jednak tego rozrządu w naszej planowej obecnie gospodarce energetycznej daje się coraz bardziej odczu-

wać, szczególnie w miarę realizowania poszczególnych ogniw krajowej sieci najwyższego napięcia (110 i 220 kV).

Na terenie poszczególnych zjednoczeń energetycznych sprawa rozrządu jest obecnie, można powiedzieć, dopiero w zarodku. Nawet na terenie największego naszego zjednoczenia — Zjednoczenia Energetycznego Zagłębia Węglowego, które według planu na 1948 r. ma wyprodukować o kilka procentów więcej energii niż wszystkie pozostałe zjednoczenia razem wzięte, a które obejmuje tzw. układ śląski, wiążąc się swym zasięgiem ruchowym również z okręgami krakowskim, warszawskim, radomsko-kieleckim, łódzkim, a przez łódzki z mazowieckim, wkrótce zaś jeszcze z dolnośląskim sprawa rozrządu nie jest dziś jeszcze należycie postawiona.



Rys. 22. Nowoczesna rozrządnia (Dispatching Board of Baltimore Utility, Electrical World)

Według inż. E. Kamieńskiego, któremu powierzono pieczę nad głównym rozrządem elektroenergetycznym tego najważniejszego zjednoczenia, obecne środki techniczne głównego rozrządu są na razie bardzo skromne. Składa się na nie tylko 1 okresomierz, 1 woltomierz i 3 aparaty telefoniczne. Słyszalność połączeń telefonicznych z innymi okręgami jest na ogół bardzo słaba, niekiedy żadna, co wymaga pośrednictwa w przekazywaniu rozmów. Nie rzadko zdarzają się wielogodzinne, a nawet całodzienne przerwy w połączeniach telefonicznych, spowodowane uszkodzeniami linii. Dane o obciążeniach w elektrowniach i w sieci oraz o zakłóceniach zbierane są telefonicznie. Powoduje to zajęcie linii telefonicznych przez kilka godzin na dobę.

„Brak zdalnych przyrządów pomiarowych — pisze dalej inż. E. Kamieński — niedostateczne środki łączności, nienatychmiastowe zgłaszanie zatrzymania względnie wypadnięcia z ruchu większych (powyżej 1 MW) jednostek wytwórczych w elektrowniach, niezgłaszanie zawczasu przez dużych odbiorców zmian w wielkości poboru mocy oraz niedostateczna dyscyplina odbiorców w poborze mocy, a elektrowni w dotrzymywaniu programu obciążeń — oto zasadnicze, obecne trudności dyspozycji mocy"*).

Mimo swego zaczątkowego stanu nasz główny rozrząd elektroenergetyczny spełnia obecnie poważne i bardzo ciężkie zadania. Trudny stan dzisiejszy tłumaczy się przede wszystkim brakiem należytych technicznych urządzeń rozrządczych, wadliwym działaniem urządzeń istniejących oraz niewciągnięciem się jeszcze personelu ruchowego w dyscyplinę rozrządczą.

Nasza krajowa sieć najwyższego napięcia dopiero powstaje i krzepnie. Bez należytego zorganizowania dla jej pracy sieci telekomunikacyjnej nie może być mowy o spełnieniu nakładanych na nią zadań. Jak już wiemy*), Centralny Zarząd Energetyki zaprojektował taką sieć. Jej schemat ideowy podany jest na rys. 23 (ob. wkładka).

5. Uwagi końcowe.

Zagadnienie rozrządu energetycznego nie przyciągało dotychczas większej uwagi ogółu elektryków polskich. Było to zrozumiałe: przed wojną rozrządu tego we współczesnym zrozumieniu w Polsce nie było ani też nie odczuwano większej jego potrzeby. Dziś, gdy podwaliny naszej krajowej sieci najwyższego napięcia zostały już położone, a całokształt jej poczyna przybierać kształty realne — sprawa rozrządu energetycznego staje się dla nas tematem życiowym.

Referat niniejszy ma na celu „postawienie na porządku dziennym" przed ogółem naszych elektryków tego zagadnienia. Tym się tłumaczy ujęcie tematu, które porusza przede wszystkim rzeczy zasadnicze i głównie z punktu widzenia czynności rozrządu, a nie właściwości konstrukcyjnych. Z konieczności pominięto rzeczy drugoplanowe, choć istotne, np. całą „formalną" stronę rozrządu tzn. instrukcje rozrządcze, sprawozdawczość itd., lub np. sprawę samoczynnej regulacji i wiele innych.

Urządzenia techniczne rozrządu stanowią pewną osobliwość w elektrotechnice, gdyż wiążą ściśle dziedzinę tzw. „silnoprądową" ze „słaboprądową". Zdalna regulacja obrotów turbiny lub wybiorcze zabezpieczenie sieci, dokonane metodą teletechniczną za pośrednictwem przewodów linii o napięciu roboczym 220 kV, stanowią wspólny temat do rozwiązania zarówno dla elektryka „silnoprądowca" jak i „słaboprądowca". Zresztą te „słabe"

*) Biuletyn Techniczny Z. E. Z. W., 1948, nr 1 (3).

*) Art. inż. H. Kühna „Urządzenia telekomunikacyjne dla potrzeb polskiej sieci energetycznej" (PE, 1948, z. 1/2, str. 28—41).

prądy sięgają dziś natężeń rzędu tysięcy amperów, a napięcia ich sięgają rzędu setek tysięcy woltów.

Eksploatacja ruchowa złożonego układu, jakim będzie nasza krajowa sieć najwyższych napięć, nie jest do pomyślenia bez nowocześnie pojętego rozrządu energetycznego, w którego realizowaniu winni wziąć udział wszyscy elektrycy.

W związku z powyższym pozwolę sobie podać następujące tezy do dyskusji na zbliżającym się XIV Walnym Zgromadzeniu SEP.

Przyjmując, że wyłożone zasady i zastosowania rozrządu energetycznego ogarniają całość zagadnienia, należy ustalić, jakie wymagania byłyby stawiane przyszłemu polskiemu ogólnokrajowemu rozrządowi energetycznemu pod kątem widzenia realnych potrzeb pracy krajowej sieci najwyższego napięcia i możliwego uproszczenia urządzeń technicznych tego rozrządu.

W jakim stopniu jesteśmy przygotowani pod względem możliwości obsadzenia należycie wykwalifikowanym personelem ruchowym nowoczesnych urządzeń rozrządu energetycznego, które niebawem będą u nas zainstalowane?

Jak wykorzystać najlepiej choć skromny, a jednak cenny dotychczasowy nasz dorobek eksploatacyjny w zakresie rozrządu do należytego zorganizowania przyszłego polskiego rozrządu energetycznego?

Jak należy zorganizować współpracę naszych energetyków i telekomunikantów na tle eksploatacyjnych zagadnień rozrządu energetycznego?

Przechodząc w naszej elektryfikacji na szczebel najwyższy, bo ogólno-krajowy, winniśmy stworzyć należyte podstawy organizacyjne, eksploatacyjne i techniczne do jaknajlepszego jej funkcjonowania.

INŻ. B. WITWIŃSKI i
INŻ. J. GNIEWIEWSKI

Zaopatrzenie Okręgu Warszawskiego w energię elektryczną

Treść. Podano ogólną charakterystykę Okręgu pod względem struktury ludnościowej i gospodarczej oraz sposobu użytkowania energii elektrycznej. Ustalono hipotezę rozmiaru zapotrzebowania energii w latach 1950, 1955 i 1965. Rozważanie sprawy importu energii elektrycznej i sprawy miejscowego wytwarzania energii doprowadza do wniosku, że w Okręgu Warszawskim powinny być zastosowane oba sposoby zasilania jednocześnie. Przykłady zasilania kilku stolic Europy. Koncepcja układu i pracy węzła energetycznego Okręgu na tle wykresów zapotrzebowania energii elektrycznej w poszczególnych latach.

Снабжение варшавского района электрической энергией. Дается общая характеристика района в отношении населенности, хозяйственной структуры и различных видов потребления электрической энергии. Определен предполагаемый масштаб потребления в 1950, 1955 и 1965 гг. Параллельное рассмотрение вопросов дальнего транспорта электрической энергии и производства ее на месте приводит к заключению, что в варшавском районе следует применять одновременно оба способа снабжения. Приведены примеры снабжения некоторых столичных городов в Европе. Дается общий план работы энергетического узла в варшавском районе, на основании диаграмм потребления энергии в разные годы.

Supply of Electric Energy to the Warsaw District. The paper contains general characteristics of the Warsaw District in respect of population and economic structure, as well as of the nature of consumption of electric energy. Hypothetical figures are quoted in respect of the demand for energy for 1950, 1955 and 1965. The review of the problem of importing electric energy from without, and of the problem of local generation of energy leads to the conclusion that both means of supply should be applied simultaneously in so far as the Warsaw District is concerned. Examples of the supply of certain European capitals. Conception of the structure and operation of the power system of the District in the light of diagrams of demand for electric energy for particular years.

Alimentation de la région de Varsovie en énergie électrique. Caractéristique générale de la région par rapport à sa structure de population et économique, ainsi qu'à la manière d'utiliser l'énergie électrique. Hypothèses quant aux besoins en 1950, 1955 et 1965. Les délibérations au sujet de l'importation d'énergie électrique et de sa production sur place mène à la conclusion qu'il y a lieu d'adopter simultanément les deux manières d'alimenter la région de Varsovie. Exemples d'alimentation de plusieurs capitales en Europe. Etablissement du schéma et du travail du centre énergétique de la région, basé sur des diagrammes des besoins d'énergie électrique au courant des différentes années.

1. Ogólna charakterystyka Okręgu.

Podstawowym założeniem energetyki jest stałość i pewność dostawy energii w sposób gospodarczo słuszny.

Istnieją okręgi i zespoły odbiorów energii, gdzie warunek i obowiązek ten ma szczególnie poważne znaczenie. Niewątpliwie należy do nich stolica i ściśle z nią związane okolice. Właściwy puls życia i niezakłócona praca stolicy ma znaczenie ogólnopaństwowe.

Niestety, właśnie stolica w naszym kraju doznała największych zniszczeń, a energetyka stołeczna znalazła się wśród urządzeń najbardziej zdewastowanych. Jest przeto sprawą wyjątkowej wagi rozstrzygnięcie sposobu zasilania stolicy energią i przystąpienie do realizacji postanowień. Odbudowane z gruzów urządzenia, mające za sobą kilkanaście lub kilkadziesiąt lat pracy, można traktować jedynie jako paliatywy. Właściwe rozwiązania muszą być inne, muszą uwzględniać współczesne zadania i współczesną myśl techniczną i gospodarczą.

Opracowanie niniejsze jest rozwinięciem poprzedniego artykułu jednego ze współautorów*). Obecnie można już uwzględnić dalsze badania i plany inwestycyjne oraz rozważać bliżej sam sposób zasilania okręgu, którego cechami charakterystycznymi jako okręgu stołecznego są: struktura ludnościowa i gospodarcza, podział zawodowy ludności, rodzaj przemysłu, rodzaj urządzeń użyteczności publicznej, sposób poboru energii elektrycznej przez różne grupy odbiorców, wyzyskanie szczytu obciążenia, wymaganie wysokiego stopnia pewności ruchu oraz stałości częstotliwości i napięcia.

Mapka okręgu przedstawiona jest na rys. 1. Tabl. 1 podaje hipotezę ludnościową okręgu aż do 1965 r.

Należy pamiętać, że przyrost ludności jest w danym wypadku wynikiem nie tylko naturalnego rozrostu ludności miejscowej, lecz również trwającego w miarę odbudowy Warszawy powrotu dawnej ludności do stolicy i w ogóle napływu ludności z zewnątrz. Występować będzie również przesuwanie się ludności z dalej położonych gmin w kierunku terenów podmiejskich. Poziom materialny i kulturalny ludności w okręgu stołecznym będzie prawdopodobnie wyższy niż w innych okręgach, to też zużycie energii elektrycznej w gospodarstwie domowym będzie tu znaczne.

Przemysł okręgu stołecznego będzie się zapewne rozwijał dopiero w miarę odbudowy okręgu po zniszczeniach wojennych i rozwoju budownictwa mieszkaniowego. Będzie to, jak zwykle w bardzo wielkich miastach, przemysł jednozmianowy, przetwórczy, dobrze zelektryfikowany.

Tablica 1. Zaludnienie okręgu

Rok	Zaludnienie Okręgu w tysiącach	Zaludnienie Warszawy w tysiącach	Zaludnienie pozost. części Okręgu w tys.
1946	1 540	479	1 061
1948	1 760	590	1 170
1950	1 970	710	1 260
1955	2 360	830	1 530
1965	2 800	950	1 850

Z grupy urządzeń użyteczności publicznej na pierwszy plan wysuwa się jako odbiorca trakcja elektryczna, zastosowana w węźle kolejowym P. K. P., na kolejach dojazdowych oraz w miejskich urządzeniach komunikacyjnych. Zapotrzebowanie energii elektrycznej na ten cel da się obecnie dość dobrze określić ze względu na istniejące już opracowania we właściwych resortach.

Należy zauważyć, że trakcja elektryczna w okręgu warszawskim powołana jest do odegrania wyjątkowo dużej roli. Są wszelkie podstawy do przypuszczania, że węzeł kolejowy będzie bogato rozbudowany w przewidywaniu

*) B. Witwiński. Energetyka Okręgu Warszawskiego. PE, 1946, z. 5/6, str. 151—164.

bardzo dużego natężenia ruchu w kierunku wschód — zachód, o charakterze wybitnie międzynarodowym, co uczyni Warszawę poważnym ośrodkiem komunikacyjnym środkowej i wschodniej Europy.

Bardzo poważny dział odbioru energii w Okręgu Warszawskim stanowi oświetlenie i grzejnictwo w lokalach niemieszkalnych, jak np. biura, instytucje społeczne i widowiskowe, sklepy, lokale gastronomiczne itp.

Cały odbiór scharakteryzowany w powyższy sposób cechuje duży udział w oświetleniowym szczycie wieczorowym i nierównomierność poboru, przy czym stosunek rocznego szczytu do rocznej doliny wynosi ok. 7:1.

W Okręgu Stołecznym wymagana jest pewność ruchu, stałość napięcia i stałość częstotliwości większa niż w dużym okręgu przemysłowym, a to ze względu na związane ze stolicą ośrodki dyspozycji ogólno-państwowej, trakcję, środki łączności itp.

2. Stan obecny energetyki stolicy i hipoteza przyszłego obciążenia.

Obecnie tj. w pierwszym półroczu 1948 r. Okręg dysponuje następującymi źródłami energii elektrycznej, odbudowanymi z dużym i ofiarnym wysiłkiem: Elektrownia Warszawska na Wybrz. Kościuszkowskim o mocy rozporządzalnej 50 MW, Elektrownia Pruszkowska o mocy rozporządzalnej 12 MW i linia na 110 kV Rożnów—Warszawa o mocy dostawy 8 MW.

Na przełomie roku 1948 i 1949 moce te będą wynosić:

Elektrownia Warszawska	60 MW
Elektrownia Pruszkowska	22 MW
Linia Rożnów—Warszawa	16 MW.

Na podstawie obserwacji i badań w ciągu 1947 r., na podstawie postępującego konkretyzowania się projektów rozbudowy trakcji, przemysłu itp. przyjęto hipotezę nieco zmniejszonych obciążeń i innego wykorzystania mocy w porównaniu z hipotezą z 1946 r. Obecne przewidywania podaje tabl. 2.

Tablica 2. Przyjęte zapotrzebowanie mocy i energii

	1950	1955	1965
Szczyt obciążenia mierzony u źródeł (MW)	85	135	375
Roczne zapotrzebowanie energii (10^6 kWh)	320	445	1125
Roczne wyzyskanie szczytu (h)	3770	3300	3000
Obciążenie szczytowe na 1 mieszkańca (W)	43	57	134
Roczne zapotrzebowanie energii na 1 mieszkańca (kWh)	162	189	402



Rys. 1. Mapa Warszawskiego Okręgu Energetycznego

3. Import czy lokalne wytwarzanie — rozważania ogólne.

Zapotrzebowanie energii można pokrywać dwoma sposobami: drogą produkcji energii w miejscowych wytwórniach lub drogą dostawy energii liniami elektrycznymi z poza rozważanego okręgu.

Rozważmy pokrótce zalety i wady obu sposobów pod kątem pewności zasilania oraz ze stanowiska gospodarki elektrycznej.

Stolica nasza leży średnio w odległości rzędu 350 km od najpoważniejszych baz energetycznych kraju (węgiel śląski, spadki wodne Podkarpacia), z których miałby uzasadnienie poważniejszy import energii elektrycznej. Przyjmujemy, że import ten mógłby się odbywać w okresie czasu branym tu pod uwagę (do r. 1965) dwoma szlakami: Zagłębie—Łódź—Warszawa linia na 220 kV o przelotności 150 MW i linia Rożnów—Warszawa na 110 kV o przelotności 30 MW lub na 220 kV o przelotności 150 MW.

Przerwy w dostawie w ogóle. Zważywszy, że linia dalekosiężna jest źródłem energii, które pracuje lub nie pracuje w zasadzie jako całość, podczas gdy moc lokalnej wytwórni z reguły jest podzielona na kilka

jednostek wytwórczych, porównanie wypada na korzyść wytwórni lokalnej jako elastyczniejszej.

Krótkotrwałe przerwy. Unieruchomienie całej wytwórni lokalnej na skutek zakłóceń ruchu jest zjawiskiem, z którym praktycznie można się nie liczyć. Natomiast krótkotrwałe przerwy w ruchu linii dalekosiężnej, zbudowanej nawet w sposób najbardziej nowoczesny (duży stopień ochrony przeciwprzepięciowej, przekaźniki wybiorcze ochrony przetężeniowej, wyłączniki szybkodziałające o ponownym włączaniu) zdarzają się i jak wynika ze statystyki trzeba się liczyć np. z 2—3 takimi przerwami rocznie w naszym klimacie i na odległości rzędu 350 km.

Dla ilustracji przytaczamy następujące liczby tzw. wyłączalności linii o napięciu 150—220 kV (liczba wyłączeń na 100 km długości toru rocznie):

w sieciach amerykańskich	2—10
we francuskiej sieci na 220 kV	1,5
w sieciach ZSRR w 1946 roku	0,14*)
w belgijskiej sieci na 150 i 70 kV	1,57**)

Liczby powyższe dotyczą linii na żelaznych słupach z linkami uziemionymi i z uziemionym punktem zerowym, natomiast bez samoczynnego ponownego włączania. Ta ostatnia metoda jest w odniesieniu do sieci najwyższych napięć w stadium badań i zapewne podniesie pewność ruchu tych sieci. Jakkolwiek więc wyłączalność jest nikła, jednak porównanie wytwórni miejscowej z linią pojedyńczą wypada tu na korzyść pierwszej.

Długotrwałe przerwy. Prawdopodobieństwo tego typu przerw w warunkach normalnych sprowadza się do zagadnienia planowanych remontów. (Ten rodzaj przerw, jako prawie całkowicie zależny od decyzji kierownika ruchu i dający się dowolnie niemal regulować, ma stosunkowo niewielkie znaczenie w niniejszym porównaniu). Inne przerwy długotrwałe powstają z przyczyn siły wyższej (zniszczenia, strajki, przemijający lub dłużej trwający brak personelu, nadzwyczajne trudności komunikacyjne lub transportowe, powódź, ostra zima itp.). W tym wypadku linia ma przewagę nad wytwórnią lokalną. Zakres ewtl. zniszczeń jest w przypadku linii zwykle mniejszy, łatwość i szybkość naprawy większa, zależność od trudnych do uzyskania materiałów rezerwowych —mniejsza. Stopień zaangażowania sprzętu i ludzi poza potrzebami ruchu elektrycznego (np. do transportu paliwa) jest w przypadku linii bardzo mały. Poza tym związanie linii z grupą elektrowni czyni dostawę do niej niezależną od przerw w poszczególnych wytwórniach.

Ilustracją dla tego punktu, zaczerpniętą z przeszłości, może być wypadek pożaru elektrowni w Brukseli (ok. 1936 r.), gdzie jedynie linia zapobiegła długotrwałemu brakowi prądu w stolicy.

W okresie ostatniej wojny uwydatniło się zarówno w Anglii jak i w Niemczech ogromne znaczenie zasilania Londynu wzgl. Berlina przez sieć bardzo wysokiego napięcia. Tak samo w czasie kryzysu energetycznego na początku 1947 r. w Anglii dopływ prądu z dalszych okręgów okazał b. cenną pomoc w wielkich ośrodkach.

Ta krótka analiza wskazuje więc na przewagę produkcji lokalnej z punktu widzenia krótkotrwałych przerw, na przewagę zaś dopływu prądu liniami dalekosiężnymi i łatwiejsze utrzymanie tychże w ruchu w obliczu groźby przerwy długotrwałej.

Przedstawiony obraz może jednak ulec dość dużym zmianom na korzyść linii przy istnieniu dwóch szlaków linii zasilających z różnych kierunków, a nawet choćby tylko dwóch torów tej samej linii, prowadzonych jednak niezależnie jeden od drugiego i tworzących zamknięty kontur. Zauważyć tu jednak należy, że słuszność rozbudowy węzła sieciowego wzrasta wówczas, gdy węzeł ten dysponuje własnymi lokalnymi wytwórniami, albowiem stopień zainteresowania gospodarczego i technicznego w rozbudowie węzła znacznie się wówczas rozszerza poza lokalne interesy rozpatrywanego ośrodka. Przykładem może być zainteresowanie energetyki łódzkiej zainstalowaniem nowych mocy w Warszawie, jeżeli oba te miasta łączyłyby się w rozbudowanym układzie sieciowym. Wówczas rezerwa mocy w Warszawie stanowi również rezerwę dla Łodzi i na odwrót.

*) Liczba sprowadzona do 20 dni burzowych rocznie (Elektr. Stancji, 1947, nr 5, str. 41).

**) Średnia za 9 lat.

Dochodzimy zatem do następującego wniosku ogólnego:

Sama elektrownia miejscowa bez powiązań z ogólnopaństwową siecią oznaczałaby zupełnie błędną odosobnioną gospodarkę energetyczną dużego ośrodka. Oparcie się zaś wyłącznie na sieciach byłoby niepewne. Dla samego układu sieciowego, nie uwzględniającego specjalnie interesów stolicy, ważne jest oparcie się na szeregu elektrowni rozrzuconych w terenie, a nie skupionych w jednym miejscu np. w Zagłębiu. Zbliżamy się w ten sposób do ogólnej zasady, że zasilanie stolicy i jej okręgu winno się opierać jednocześnie zarówno na elektrowniach miejscowych, jak i na imporcie.

4. Gospodarcze porównanie kosztów przesyłania i wytwarzania miejscowego.

Przeprowadźmy porównanie produkcji lokalnej z dosyłem ze Śląska dla założonej mocy otrzymywanej w Warszawie 100 MW i następujących czasów użytkowania tego obciążenia: 2 500—3 500—5 000 h rocznie. (W niniejszym porównaniu przyjęto ceny z r. 1947).

Koszty produkcji w Warszawie w nowej wytwórni o mocy 100 MW. Przy cenie 65 000 zł*) za 1 kW mocy zainstalowanej dla nowej wytwórni, uwzględniając całość kosztów (budynki, uzbrojenie terenu, maszyny i urządzenia) i po wzięciu pod uwagę okoliczności występujących w Warszawie, gdzie plac dla nowej elektrowni już istnieje, otrzymujemy na koszt łączny nowej elektrowni o mocy 100 MW — 6,37 mlrd. zł.

Przyjmujemy do obliczenia stałych rocznych kosztów ruchu następujące odsetki od wartości początkowej (kapitałowej): oprocentowanie 0%**); amortyzacja i renowacja 7,0%; utrzymanie, remonty 1,5%; smary, czyściwo itp. 0,8%; obsługa 2,0%; administracja, koszty ogólne, podatki 1,2%. Daje to łącznie 12,5%, czyli rocznie okrągło 800 mln. zł. Dla uproszczenia, dopuszczalnego przy tego typu obliczeniach ogólnych, przyjmujemy, że poza paliwem wszystkie inne koszty dają się określić procentowo od kapitału zakładowego.

Jako paliwo przyjmujemy nadające się do transportu miały górnośląskie czyste (bez skał i szlamów) o kaloryczności przeciętnej 5.200 cal/kg i zakładamy zużycie 4.200 cal/kWh, czyli 0,81 kg/kWh. Cenę takich miałów przyjmujemy na 370 zł za tonę loco kopalnia. Przeciętną odległość transportową z kopalni do Warszawy przyjmujemy na 320 km, koszt zaś transportu można by przyjąć na 1,60 zł za tonokilometr na tej odległości (zwarte pociągi węglowe). Wówczas koszt 1 tony loco Warszawa (elektrownia) wyniesie 880 zł.

Zestawienie wyników dla średniej ceny 1 kWh wyprodukowanej w elektrowni miejscowej podajemy w tablicy 3.

Tablica 3. Koszt energii w nowej elektrowni warszawskiej

Czas użytkowania mocy 100 MW	2 500 h	3 500 h	5 000 h
Wytwórczość (mln. kWh)	250	350	500
Ilość paliwa (tys. ton)	202	283	405
Koszt paliwa (mln. zł)	178	250	356
Koszty stałe (j. w.) „ „	800	800	800
Razem koszty ruchu (mln. zł)	978	1 050	1 156
Średnia cena energii (zł/kWh)	3,90	3,00	2,30

Koszty produkcji na Śląsku. Biorąc jako liczbę wyjściową podany wyżej koszt 1 kW mocy zainstalowanej w nowej wytwórni w wysokości 65.000 zł, musimy

*) Na taką cenę wychodzi się obecnie przy uwzględnieniu różnych warunków dla cen maszyn, urządzeń itd.

**) Ze względu na trudności w określeniu w chwili obecnej wysokości oprocentowania przyjmujemy w niniejszym opracowaniu kapitał nieoprocentowany zarówno dla wytwórni miejscowej, jak i dla wytwórni na Śląsku oraz dla linii przesyłowej. Zaznaczyć tu należy, że kolej również nie oprocentowuje swych inwestycji.

wziąć pod uwagę, że w ciągu kilku najbliższych lat Śląsk jest w stanie znacznie powiększyć swą moc instalowaną mniejszym stosunkowo kosztem. W pewnych wypadkach odpadają bowiem koszty zarówno placu jak i budynków oraz częściowo uzbrojenia terenu. Dla mocy 112 MW (licząc 12 MW na stratę mocy na przestrzeni Śląsk—Warszawa) przyjmujemy, że powstające z tych powodów zmniejszenie kosztów zakładowych na Śląsku wyniesie 15%*). Otrzymujemy wówczas potrzebny kapitał dla mocy 112 MW na Śląsku 6,2 mlrd. zł.

Dla rocznych kosztów poza paliwem przyjmujemy te same co wyżej 12,5%, co daje 775 mln. zł rocznie.

Uwzględniając, że moc przeznaczona dla Warszawy ze Śląska powstanie z łącznej pracy zarówno nowych jak i starych wytwórni, przyjmujemy zużycie ciepła na 1 kWh w wysokości 4 500 cal/kWh. Natomiast paliwem będą na Śląsku cokolwiek gorsze gatunki węgla o przyjętej tu wartości 4 800 cal/kg.

Wówczas zużycie paliwa na 1 kWh wyniesie 0,94 kg/kWh. Cenę takiego paliwa przyjmujemy na 300 zł/t loco kopalnia. Koszt transportu (przeciętna z transportu własnego z kopalni znajdujących się bezpośrednio obok niektórych elektrowni oraz transportu P. K. P. dla innych elektrowni) przyjmujemy na 150 zł/t. Otrzymamy wówczas koszt 1 tony węgla loco elektrownia śląska na poziomie 450 zł/t.

Straty energetyczne w sieciach śląskich przyjmujemy na 4%, straty transformacji i przesyłania linią 220 kV na 8%.

Otrzymany w ten sposób koszt energii na Śląsku w miejscu jej wprowadzania (Łagisza) do linii przesyłowej do Warszawy zebrano w tabl. 4.

Pomijamy tu obciążenie energii śląskiej kosztami kapitałowymi przesyłania jej w sieciowym układzie śląskim od miejsca wytwarzania do Łagiszy, uważamy bowiem, że układ ten służy w zasadzie i w całości innym celom i koszty jego winny być pokryte z innych źródeł.

Tablica 4. Koszt energii na Śląsku (w Łagiszy)

Czas użytkowania mocy 100 MW	2 500 h	3 500 h	5 000 h
Potrzebna produkcja (mln. kWh)	283	396	566
Ilość paliwa (tys. ton)	266	372	532
Koszt paliwa (mln. zł)	120	167	240
Koszty stałe (j. w.) „ „	775	775	775
Razem koszty ruchu (mln. zł)	895	942	1 015
Średnia cena energii wysyłanej z Łagiszy (zł/kWh)	3,30	2,48	1,87

Koszt przesyłania linią o napięciu 220 kV. Koszt budowy linii na 220 kV Łagisza—Janów (Śląsk—Łódź) wyniósł w okrągłej liczbie 1,2 mlrd. zł. Ze względu na pobieraną w Łodzi moc 50 MW udział Warszawy w koszcie tej linii przyjmujemy na 67%. Długość tego odcinka wynosi 165 km. Przyjmujemy, że koszt linii Łódź—Warszawa będzie na 1 km taki sam. Długość odcinka Łódź—Warszawa wynosi 135 km, a więc jego koszt wyniesie około 1 mlrd. zł.

Koszt rozbudowy podstacji w Łagiszy i budowy podstacji pod Warszawą, przyjmując 14 szt. transformatorów jednofazowych potrzebnych dla otrzymania mocy 100 MW (2 stacje po 2 komplety trójfazowe, składające się każdy z 3 szt. transformatorów jednofazowych po 16,67 MVA plus jedna także sztuka na każdej stacji w rezerwie), regulatory w Łagiszy, kompensację, rozdzielnie i nastawnie według obecnych cen wyniesie w Łagiszy 1,135 mlrd. złotych, w Warszawie 0,8 mlrd. zł, co daje łącznie 1 + 1,135 + 0,800 = 2,935 mlrd. zł.

Koszty ruchu linii mogą być przyjęte jako wyłącznie stałe. Przyjmujemy na te koszty następujące odsetki od wartości kapitałowej: oprocentowanie 0%; amortyzacja i renowacja 4%; utrzymanie, naprawy, obsługa 2%; administracja, koszty ogólne i inne 1%; co daje łącznie 7%, czyli rocznie 205 mln. zł. Łączne koszty przesyłania zestawione są w tabl. 5, a porównanie kosztu wytwarzania w Warszawie z importem ze Śląska w tabl. 6.

Tablica 5. Koszt przesyłania energii ze Śląska do Warszawy

Czas użytkowania	2 500 h	3 500 h	5 000 h
Energia odebrana w Warszawie (mln. kWh)	250	350	500
Energia wysyłana z Łagiszy (mln. kWh)	272	380	544
Energia stracona w linii (mln. kWh)	22	30	44
Koszt energii straconej w linii liczony po średniej cenie energii loco Łagisza (mln. zł)	72	74	82
Stałe koszty linii (j. w.) (mln. zł)	205	205	205
Razem koszty przesyłania (mln. zł)	277	279	287
Średni koszt przesyłania na 1 kWh odebraną w Warszawie (zł/kWh)	1,11	0,80	0,57

Widzimy, że przy założeniach na chwilę obecną import ze Śląska nie odbiega znacznie w cenie 1 kWh od produkcji lokalnej. Otrzymane różnice są niewielkie i można je uważać jako mieszczące się w granicach błędu, szczególnie dla większego czasu wykorzystania.

Pewne okoliczności gospodarcze wpływać mogą dodatkowo na korzyść importu ze Śląska w ciągu najbliższych lat. Spośród nich można wymienić: 1) konieczność wydatku na dodatkowy tabor kolejowy do transportu węgla do Warszawy, co wyniosłoby około 221 mln. zł (5 000 g./r.); 2) zajęcie przelotności torów kolejowych; 3) koszty wywożenia popiołu tańsze są na Śląsku; 4) możliwość zużycia na Śląsku jeszcze gorszych gatunków węgla niż przyjęte w niniejszym obliczeniu; 5) należyte wyzyskanie już istniejącej linii Zagłębie—Łódź.

Interesujący jest fakt, że podobnego rodzaju obliczenia porównawcze dla dwóch alternatyw, przeprowadzone przez naszych czechosłowackich i francuskich kolegów i dotyczące zasilania Pragi i Paryża, dały podobny wynik: koszty energii wytwarzanej na miejscu w elektrowni cieplnej są bardzo zbliżone do kosztów energii importowanej i pochodzącej z elektrowni położonych przy kopalniach węgla.

Tablica 6. Porównawcze zestawienie kosztu energii w Warszawie

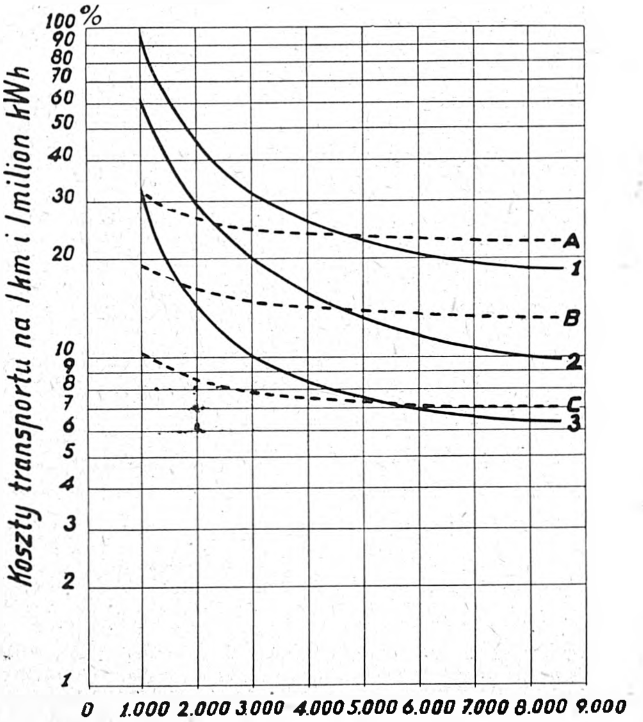
Czas użytkowania	2 500 h	3 500 h	5 000 h
Produkcja lokalna na 1 kWh wyprodukowaną (zł/kWh)	3,90	3,00	2,30
Import ze Śląska na 1 kWh odebraną (zł/kWh)	4,41	3,28	2,44
Import droższy od produkcji lokalnej o	13%	9%	6%

Celem dodatkowej ilustracji wzajemnego stosunku kosztów transportu energii pod różną postacią (prąd, węgiel) przytaczamy wykres zaczerpnięty z książki L. Musila „Die Gesamtplanung von Dampfkraftwerken" z 1942 roku (rys. 2). Wykres choć oparty na materiałach dawniejszych wartości nie stracił. Za podstawę do obliczenia kosztów autor wziął rzeczywiste średnie dane dla zakładów istniejących i obowiązujące podówczas taryfy przewozowe.

*) W pierwszych latach rozbudowy mocy na Śląsku należałoby przyjąć wyższy procent. Nie czynimy tego jednak, aby nie zwężać wartość obliczenia do zbyt krótkiego okresu czasu.

5. Przykłady zasilania wielkich miast europejskich.

Praga. Stolica czechosłowacka oparła dostawę energii dla siebie na lokalnej elektrowni cieplnej, której moc wynosi około 60 MW, oraz na imporcie za pomocą linii przesyłowych. W latach 1946 i 1947 przy szczycie wynoszącym około 110 MW stosunek energii miejscowej do importowanej był jak 1 : 2 przy ogólnym zapotrzebowaniu energii około 460 mln. kWh rocznie. Podstawowym dostawcą energii importowanej była początkowo tylko elektrownia w Ervěnicach, spalająca tanie łupki i od-



Rys. 2. Porównanie kosztów transportu energii przy różnym czasie użytkowania szczytu

Moc wytwórni cieplnej w miejscu spożycia energii lub w miejscu wydobycia węgla przyjęto ok. 200 MW, wartość opałową węgla 7 000 kcal/kg.

A — transport koleją na odległość 100 km
B — „ „ „ „ 600 „
C — „ statkiem „ 600 „
1 — linia elektr. na 110 kV długości 100 km, z oprocentowaniem kapitału własnego lub pożyczonego
2 — linia elektr. na 220 kV długości 600 km, z oprocentowaniem kapitału własnego lub pożyczonego
3 — linia elektr. na 220 kV długości 600 km przy nieoprocentowanym i bezzwrotnym udziale państwa w kosztach budowy

padki występującego tam węgla brunatnego. Elektrownia w Ervěnicach ma moc 93 MW, powiększaną obecnie o 160 MW. Z tej elektrowni energia jest przesyłana do Pragi linią o napięciu 100 kV i długości około 88 km. W samej stolicy linia kończy się zasadniczo w podstacji północno-zachodniej Holešovice, gdzie łączy się z wspomnianą wytwórnią miejscową. Z tego miejsca biegnie dalej 100-kilowoltowy pół-pierścień, okalający Pragę od północy i wschodu i zakończony na południu miasta w stacji Michle, do której zbiegają się obecnie linie z wodnych elektrowni na Wełtawie, biorących od r. 1936 już poważny udział w dostawie energii do stolicy, oraz skąd wychodzi linia na północny wschód kraju (do Tousen). Energetycznie Praga zespolona jest z okręgiem podstołecznym o promieniu około 20 km. Wewnątrz pierścienia 100 kV ułożona jest powiązana sieć zasilająca 22 kV, której następnym stopniem jest sieć 6 kV, a dalej sieć niskiego napięcia.

Moskwa. Zaniedbania okresu przedrewolucyjnego, wielkie przestrzenie Rosji, gdzie okręg większy bywa co do obszaru od niejednego państwa zachodnio-europejskiego, oraz przywrócenie Moskwie godności stolicy dopiero po rewolucji sprawiły, że ogólno-państwowa elektryfikacja i jej fragment — elektryfikacja miasta Moskwy i jej okręgu — datują się od stosunkowo niedawnego czasu. Momentem zwrotnym była tu pamiętna uchwała Rady Komisarzy Ludowych w 1921 r. o planowej rozbudowie energetyki*).

Utworzono okręg przemysłowy z ośrodkiem w Moskwie. Postanowiono oraz wykonano w tym okręgu budowę szeregu wielkich nowych elektrowni, zasilających okrąg i stolicę. Są to elektrownie: Kaszyrska o mocy rzędu 200 MW na węglu, Szaturska na torfie o mocy podobnej, Stalinogorska na węglu o mocy zaprojektowanej 400 MW. W układzie tym pracują także dwie wytwórnie w samej Moskwie oraz szereg ciepłowni-elektrowni. Do układu moskiewskiego przyłączono następnie kilka dużych elektrowni wodnych, położonych na północ od stolicy i szereg elektrowni przemysłowych okręgu.

Z zestawienia tego wynika, że zasilanie Moskwy oparte jest w głównej mierze na energii importowanej z elektrowni okręgowych. Są one połączone liniami na 220 i 110 kV z okalającym Mokwę pierścieniem 110-kilowoltowym, od którego wchodzą do środka miasta linie łączące go z elektrowniami miejscowymi.

Sieć średnio wysokiego napięcia rozdzielczego narastała na dawnym szkielecie sieci 33-kilowoltowej elektrowni miejscowej, tzw. „Elektropieredaczy".

Stockholm. Brak węgla w Szwecji, zrównoważony jednak energetycznie dużym bogactwem sił wodnych szczególnie na północy kraju, wpłynął poważnie na przyjęte tam rozwiązania. Historycznie rzecz biorąc, zasilanie stolicy szwedzkiej opierało się początkowo na miejscowej wytwórni cieplnej. Obecnie wybitnie przeważającą część energii dla stolicy przesyła się sieciami na 220 i 110 kV z odległości od 150 do przeszło 1 000 km — z elektrowni Dolnego Norrlandu (rzeki Indal, Dal i Angerman) oraz północnego Norrlandu (Porjus)**). Pomimo to, w samym Stockholmie (Värtan) i w pobliskim Västeras utrzymano dwie wielkie elektrownie cieplne (powyżej 100 MW każda), gotowe w każdej chwili do przejęcia pełnego obciążenia. W normalnym rozkładzie pracy wymienione zakłady cieplne pokrywają szczyty obciążenia.

Jeżeli w r. 1934 w stolicy stosunek mocy miejscowej do dosyłanej wynosił 2 : 1 przy jednoczesnym stosunku produkcji miejscowej do importu 1 : 3,5, to w r. 1937 odpowiedni stosunek mocy wyniósł już 1 : 1, a energii 1 : 16. Jak widać, na miejscu wytwarza się energię jedynie szczytową i stan ten trwa. Duża pewność pracy linii wynika z połączenia sieci miejscowych we wspólny układ z siecią ogólno-państwową. Z dwóch układów, na których oparty jest import energii, a mianowicie 220 i 110-kilowoltowego transformuje się moc na napięcie 30 kV, które jest napięciem zasilającym miasto. Dalszymi napięciami są 6 kV i niskie napięcie.

Berlin. Bardzo trudne warunki pracy energetyki tego miasta podczas wojny i dobre wyniki osiągnięte mimo to są godne uwagi. Dobrze rozbudowana i pewna w działaniu sieć komunikacyjno-transportowa kolejowa i wodna dała podstawę wielkim i mniejszym elektrowniom miejscowym. Niemniej jednak dla zracjonalizowania i podniesienia pewności ruchu doprowadzono do stolicy szereg linii wysokiego napięcia, dla których bazą produkcyjną były pobliskie węgle brunatne środkowych Niemiec, dalej położone węgle kamienne i siły wodne na południu kraju. Wszystkie te źródła zbiegały się w pobliskich Berlinowi węzłach energetycznych, a mianowicie miejscowości Zschornewitz pod Dessau i Trattendorf w okolicach Budziszyna. Na nich oparto dostawę energii importowanej z odleglejszych okręgów państwa do stolicy obok produkcji miejscowej wystarczającej w zasadzie do pokrycia potrzeb Berlina.

W późniejszych latach (1930—1936) do zasilania Berlina przyciągnięto dodatkowo linię z Finkenherd pod Frankfurtem nad Odrą oraz 2 nowowybudowane duże elektrownie (Klingenberg i West). Na marginesie opisanej sytuacji warto dodać, że według planów i projektów Oskara von Müllera (rok 1929/30) dopływ energii do stolicy miała zapewnić linia połączona z południowym układem na 220 kV.

Konfiguracja sieci 100-kilowoltowej zasilającej Berlin jest raczej promienista. Jednak cokolwiek dalsze powiązania (Fürstenwalde, Strausberg) zbliżają całość figury do wielkiego pierścienia o promieniu około 60 km, na którego północnej peryferii znajduje się miasto. Rozdzielczą

*) Por. PE, 1948, z. 3, str. 54—55.
**) Por. PE, 1946, str. 90—93.

sieć średnio-wysokiego napięcia ustalono na 30 kV. Napięciem pośrednim jest zanikające zresztą wewnątrz właściwego miasta napięcie 6 kV.

Londyn. Istnieje pewna zasadnicza różnica pomiędzy drogami rozwojowymi ogólnokrajowej elektryfikacji kontynentalnej i angielskiej. Nierównomierne rozłożenie surowców energetycznych w krajach kontynentalnych narzuca budowanym tu sieciom rolę przesyłową. W Anglii stosunkowo równomierne rozłożenie zasobów węgla stwarza możliwość równomiernego rozłożenia siłowni w terenie, a łączącą je sieć (angielski „grid") traktuje się raczej jako sieć wyrównawczą. Stan taki wpłynął także na rozwiązanie zasilania stolicy. W Londynie główną część zapotrzebowania pokrywają elektrownie miejscowe. Okoliczność ta nie doprowadziła jednak do uznania za rzecz niesłuszną lub niecelową doprowadzenie do Londynu z wielu stron linii sieci państwowej. Zbiega się ich kilka w nieforemnym pierścieniu okalającym stolicę. Na obwodzie tego pierścienia leżą miejscowe siłownie wielkiej mocy. Rozwiązanie to wzmaga pewność zasilania, wymienność energii i rezerw, a także daje możność dosyłu mocy do stolicy z dalszych stron w poważnej ilości kilkuset MW.

Już w 1934 r. Londyn dysponował lokalną mocą powyżej 2 000 MW, nie licząc elektrowni kolejowych o łącznej mocy około 350 MW. Podczas wojny oraz w 1947 r. w czasie kryzysu energetycznego import energii elektrycznej do Londynu odegrał bardzo poważną rolę.

Paryż. Zasilanie przy szczycie poboru około 1 000 MW (1947 r.) oparte jest na elektrowniach miejscowych oraz na liniach przesyłowych 220-kilowoltowych łączących Paryż z siłami wodnymi w środku kraju i w Pirenejach oraz z zagłębiem północno-francuskim.

Transformatory sprzęgające krajowy układ francuski 220-kilowoltowy z węzłem paryskim dają możność importu mocy w chwili obecnej rzędu 400 MW. Miejscowe siłownie cieplne w liczbie siedmiu mogą dostarczyć do tego węzła obecnie łączną moc około 1 000 MW (moc rozporządzalna przy zainstalowanej ponad 1 500 MW). Stosunek mocy miejscowej do dosyłanej wyrażał się dla Paryża w r. 1934 jak 5 : 1, obecnie wynosi 2,5 : 1. Odpowiednie liczby dla stosunku wytwórczości miejscowej do importu energii były w 1934 r. 10 : 1, obecnie są 2 : 3. Widzimy więc wzrastającą rolę importu energii pochodzącej głównie ze źródeł wodnych. Zamierzone obecnie inwestycje podnoszące moc rozporządzalną Paryża obejmują rozbudowę zarówno wytwórni miejscowych (Gennevilliers), jak i układu sieciowego zasilającego miasto energią importowaną (zamknięcie pierścienia 220 kV od strony zachodniej i połączenie tego pierścienia z nowymi ośrodkami produkcji zewnętrznej, między innymi dalsza linia do nowej siłowni wodnej Genissiat).

Wewnątrz tak pomyślanego pierścienia o napięciu 220 kV znajduje się podwójny pierścień 60-kilowoltowy okalający właściwe miasto*).

Z wymienionego pierścienia na 60 kV miasto zasilane jest obecnie w czterech punktach. Przelotność rozporządzalna teoretyczna transformatorów pomiędzy pierścieniem w tych czterech punktach a wewnętrzną siecią miejską wynosi obecnie łącznie 475 000 kVA. Resztę zapotrzebowania pokrywają generatory dwóch starszych siłowni miejscowych, mogących pracować na sieć miejską o napięciu 12,5 kV bez pośrednictwa transformacji 60/12,5 kV. Moc rozporządzalna tych dwóch siłowni wynosi około 400 000 kVA przy mocy instalowanej 600 000 kVA.

Rozdzielczo-zasilająca sieć kablowa średniego napięcia w samym mieście ma napięcie 12,5 kV.

Mimo oddzielenia transformatorami o przekładniach 220/60 kV i 60/12,5 kV dużej części mocy zasilającej Paryż i mimo dławików prądy zwarcia w układach 60 kV i 12,5 kV wypadłyby przy stosowaniu zwykłych połączeń tak znaczne, że opanowanie ich zainstalowanymi obecnie wyłącznikami stałoby się niemożliwe. Celem rozwiązania tego zagadnienia przyjęto jako regułę zasilanie miasta z podzielonych układów szyn na napięciu zarówno 60 kV, jak i 12,5 kV.

Przegląd sposobów zasilania energią elektryczną wielkich miast europejskich doprowadza do kilku wniosków.

1) Zasilanie wielkich miast rozwiązuje się w sposób mieszany: obok elektrowni miejscowych biorą udział w zasilaniu linie dalekosiężne, dostarczające energii z pierwotnych źródeł energetycznych. Istnieje tendencja rozbudowy siłowni miejscowych do wielkości zapewniającej pokrycie całości lub prawie całości obciążenia. Rozbudowa ta trwa i obecnie — po wojnie. Jednocześnie jednak wszystkie wielkie miasta europejskie są włączone do ogólnokrajowego układu sieciowego.

2) Wzajemny stosunek dostaw z wytwórni miejscowych do importu — mierzony w kW i w kWh — jest wynikiem ogólno-krajowej sytuacji i polityki energetycznej i podlega zmianom w różnych latach. Zasadniczo jednak widać tendencję do przesuwania obciążenia na linie dosyłowe, zwłaszcza obciążenia podstawowego.

3) Zasadniczy układ sieciowy wielkich miast składa się z szyny zbiorczej o różnym kształcie, która pracuje pod najwyższym napięciem do 220 kV i do której przyłączone są linie dalekosiężne i elektrownie miejscowe (te ostatnie czasem przyłącza się bezpośrednio do sieci niższego napięcia). Szyna najwyższego napięcia zasila z reguły sieć napięcia pośredniego (będącego napięciem okręgowym 60 kV lub 30 kV) i ta ostatnia dopiero — sieć rozdzielczą niskiego napięcia. Wszystkie te sieci tworzą zamknięte obwody, sąsiednie zaś obszary sieci rozdzielczych mogą wzajemnie wymieniać energię.

4) W celu zmniejszenia prądów zwarcia stosuje się oprócz cewek indukcyjnych odpowiedni podział szyn na podstacjach.

6. Koncepcja zasilania Okręgu Warszawskiego.

Należy zauważyć, że przed 1936 r. okręg stołeczny nie był rozważany jako całość i ówczesne projekty szły raczej po linii załatwiania z jednej strony dla samej Warszawy, a z drugiej dla poszczególnych wycinków okręgu doraźnych luk w dostawie energii elektrycznej. Ponieważ już wówczas uznano, że obecna lokalna Elektrownia Warszawska jest źle usytuowana, zatem postanowiono jej nie rozszerzać, natomiast wybudować drugą elektrownię — na Żeraniu. Postanowiono również rozbudować do mocy około 35 MW Elektrownię Pruszkowską, wreszcie postanowiono przedłużyć do Warszawy linię 150 kV biegnącą z Rożnowa. Jako napięcia mające mieć zastosowanie w Warszawie uznano napięcia 60 kV i 15 kV, natomiast napięcie 5 kV podlegałoby likwidacji.

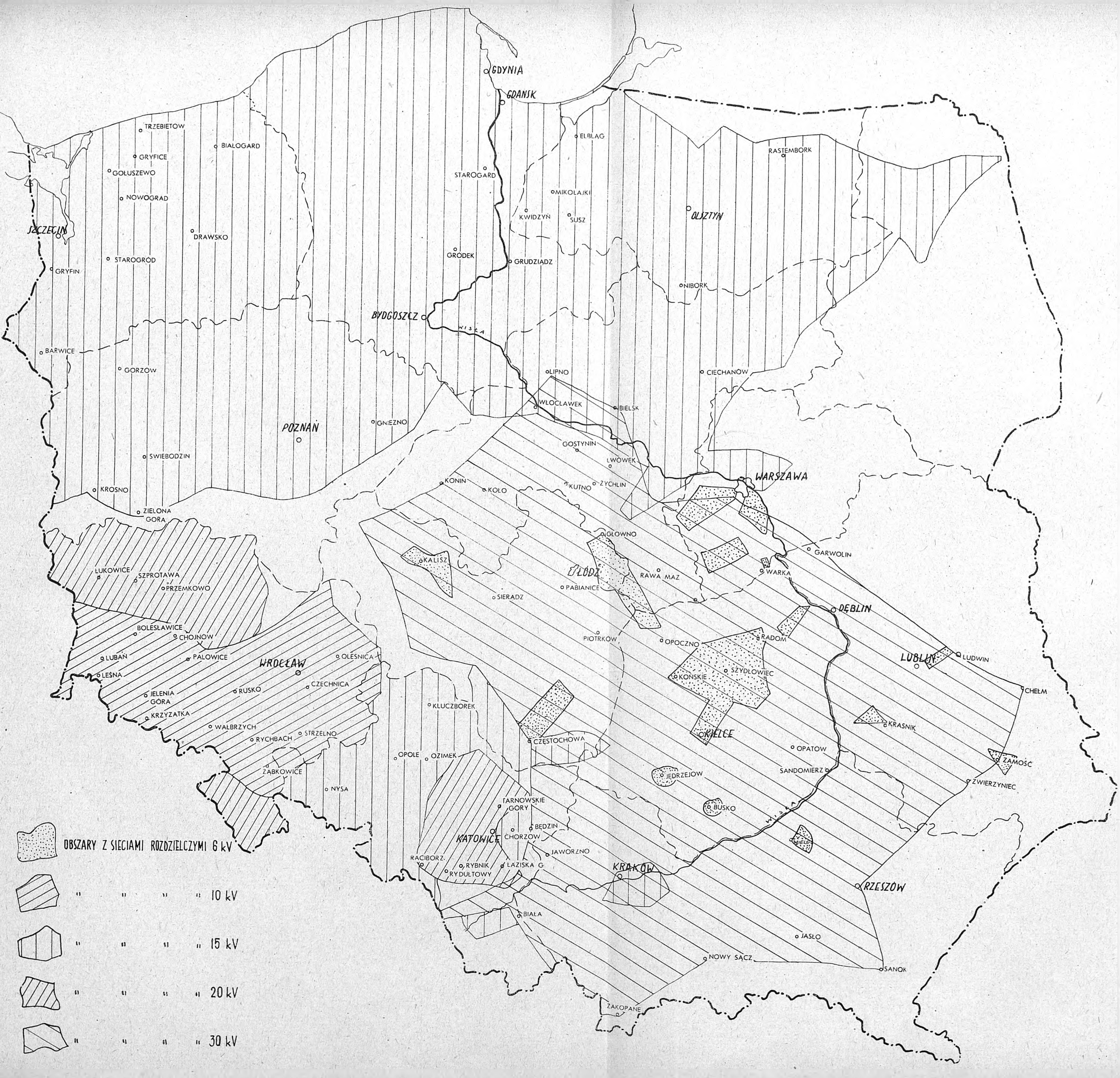
Po wojnie i w warunkach niebywałego rozwoju techniczno-gospodarczego stojącego przed energetyką — zostały podjęte przez Zjednoczenie Energetyczne Okręgu Warszawskiego studia nad przyszłym obciążeniem całego Okręgu i nad sposobem pokrycia tego obciążenia. Studia te musiały z konieczności przybrać kierunek rozważań przeważnie gospodarczych. Zdajemy sobie oczywiście sprawę z tego, że obliczenia techniczno-gospodarcze odniesione tylko do fragmentu gospodarki narodowej, jakim jest Okręg Warszawski, nie mogą same przesądzać tych lub innych posunięć; nie ulega jednak wątpliwości, że stanowią one ważny składnik szerszej decyzji.

Rozważmy wynik przytoczonego obliczenia porównawczego „na gospodarność" miejscowej produkcji 100 MW i importu tej mocy przy różnym czasie rocznego wyzyskania. Wynik, jak widzieliśmy, nie był zdecydowany czy to na korzyść importu, czy też miejscowego wytwarzania. Dla powzięcia decyzji w tych sprawach nie wystarczą same względy gospodarności w stosunku do fragmentu gospodarki, jakim jest energetyka jednego okręgu. Należy tu uwzględnić jeszcze inne argumenty, które przytoczyliśmy w zakończeniu rozdziałów 3 i 4. Argumenty te wskazywały na dodatkowe korzyści wytwarzania energii elektrycznej w zagłębiu węglowym, a również na konieczność posiadania w wielkim mieście elektrowni miejscowej. Po tej drodze szły też rozwiązania dla wszystkich wielkich miast za granicą.

Z ważnych więc względów należałoby przyjąć zasadę jednoczesnego wytwarzania na miejscu i importu z odległych źródeł energetycznych. Nie przesądza to oczywiście sposobu eksploatacji. Jeżeli zatem oba rodzaje urządzeń zostaną wybudowane i będziemy ponosić koszty stałe tych urządzeń, to o podziale całej dostawy pomiędzy oba źródła będą decydowały koszty zmienne 1 kWh w obu alternatywach oraz inne względy — np. względy ogólnej polityki energetycznej.

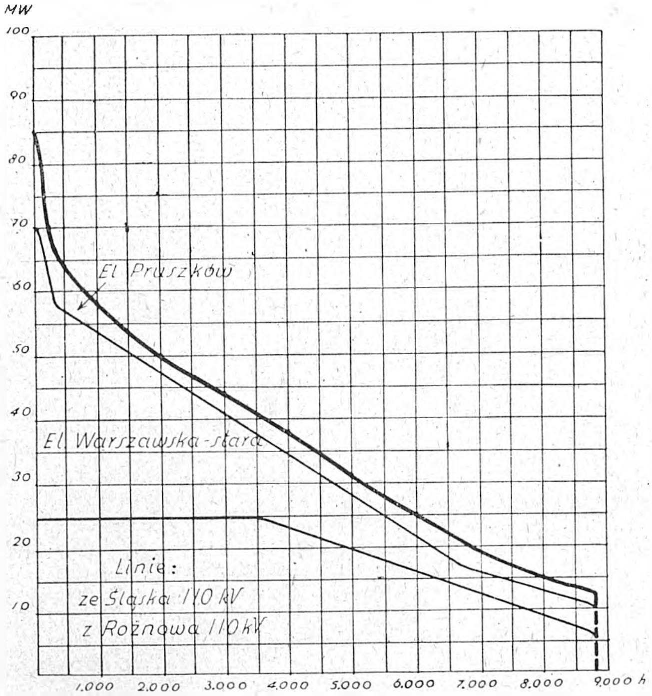
---

*) Por. PE, 1947, z. 1, str. 53.



Rys. 1. Obszary występowania napięć rozdzielczych w Polsce

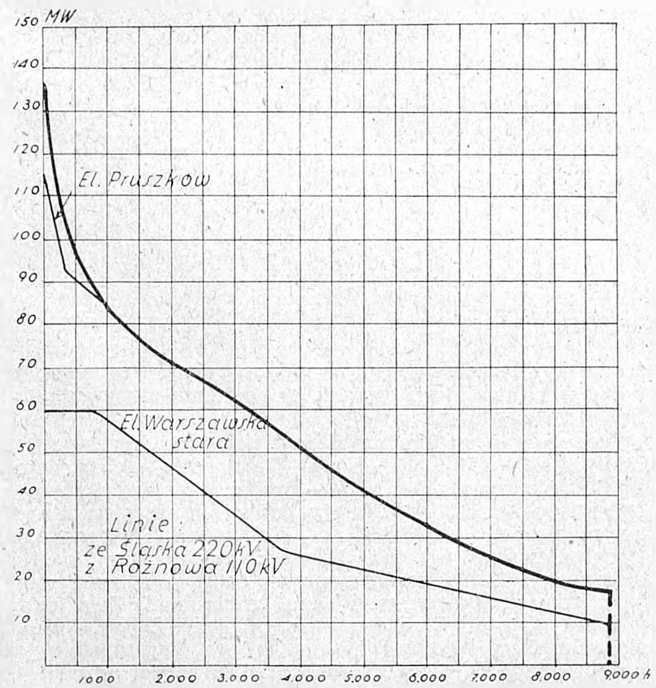
Jako wynik studiów nad zapotrzebowaniem okręgu podajemy przybliżone wykresy roczne uporządkowanych obciążeń w latach 1950, 1955 i 1965 (rys. 3, 4 i 5).



Rys. 3. Uporządkowany wykres obciążenia w r. 1950
Moce rozporz.: El. Warsz. (stara) 60 MW; El. Pruszk. 22 MW; linia z Rożnowa 16 MW: linia ze Śląska 20 MW; razem 118 MW. Obciąż. szczyt. 85 MW; rezerwa 33 MW.

Ogólna koncepcja zasilania okręgu jest następująca:

Źródłami energii są istniejące elektrownie Warszawska i Pruszkowska; nowowybudowana elektrownia cieplna w Warszawie o mocy 200 MW; linia Rożnów—Warszawa obecnie na 110 kV, poźniej na 220 kV (o zdolności prze-



Rys. 4. Uporządkowany wykres obciążenia w r. 1955
Moce rozporz.: El. Warsz. (stara) 60 MW; El. Pruszk. 22 MW; linia z Rożnowa 30 MW; linia ze Śląska 120 MW; razem 232 MW. Obciąż. szczyt. 135 MW; rezerwa 97 MW.

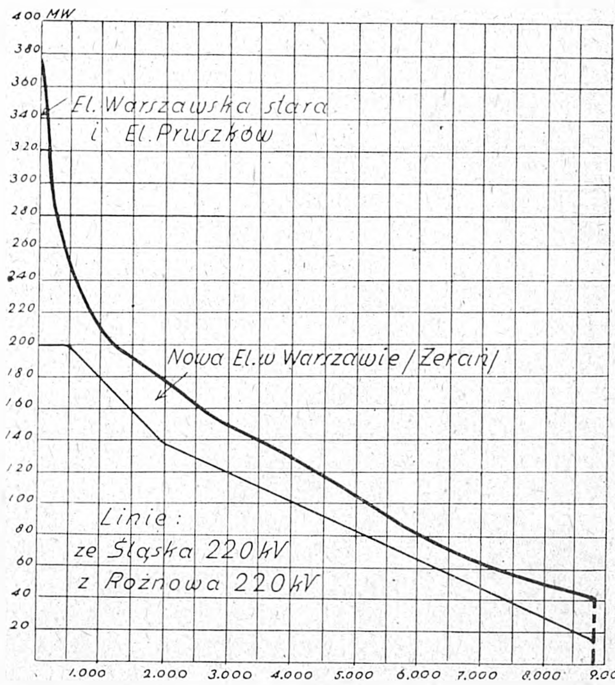
syłowej przy 110 kV — 30 MW, przy 220 kV — najwyżej 150 MW); linia Śląsk—Łódź—Warszawa na 220 kV, pracująca w pierwszym okresie na 110 kV (zdolność przesyłowa przy 220 kV j. w. dla linii Rożnów—Warszawa). Inne źródła, jak elektrownie wodne środkowego dorzecza Wisły lub ciepłownie w Warszawie, nie są brane pod uwagę jako istotne źródła energii w rozpatrywanym okresie.

Linie przesyłowe miałyby w ostatecznej fazie napięcie 220 kV, jako napięcie przyjęte dla polskiej sieci krajowej najwyższych napięć. Linie te kończyłyby się na podstacjach 220/110 kV; z podstacji tych byłaby zasilana sieć o napięciu 110 kV.

Sieć 110-kilowoltowa miałaby na celu pobieranie energii importowanej oraz produkowanej w elektrowniach miejscowych i doprowadzenie tej energii do głównych punktów w okręgu, wreszcie zasilanie linii 110-kilowoltowych wychodzących poza okręg.

Układ sieci o napięciu 110 kV winien być w ten sposób zaprojektowany, by osiągnąć następujące cele: pewność ruchu sieci przez zastosowanie zamkniętych obwodów od-

Rys. 5. Uporządkowany wykres obciążenia w r. 1965



Moce rozporz.: El. Warsz. (stara) 50 MW; El. Pruszk. 20 MW; nowa elektrownia w Warszawie (Żerań) 200 MW; linia z Rożnowa 150 MW; linia ze Śląska 150 MW; razem 570 MW. Obciążenie szczyt. 375 MW; rezerwa 195 MW.

powiednio zabezpieczonych i powiązanych; pewność ruchu i duży stopień wzajemnej asekuracji transformatorów; możliwie mała moc zwarcia po stronie niższego napięcia; możliwie mały koszt.

Na rys. 6 przedstawiono przykładowo, jako jedną z możliwości, układ sieci najwyzszych napięć węzła warszawskiego. Mogą być również pomyślane inne układy (np. pętlicowy itd.). Temat ten oraz schemat poszczególnych podstacji stanowi w ogóle odrębne zagadnienie i nie jest tu rozpatrywany.

Zasadą jest to, że w głównych punktach zasilających napięcie 110 kV będzie obniżone do 30 kV dla dostawy do P. K. P. i kilku bardziej odległych punktów miejskich i podmiejskich oraz do 15 kV dla zasilania zasadniczej sieci rozdzielczej średniego napięcia.

Nie przewidujemy, by w omawianym okresie czasu obciążenie wzrosło w sposób wymagający stworzenia większej liczby punktów zasilających przy napięciu 220 kV.

Wyjaśnienia wymaga przyjęcie napięcia sieci zasilającej na 110 kV zamiast np. 60 kV. Temat ten jest przedmiotem osobnego referatu na XIV Walne Zgromadzenie SEPu. Ograniczamy się przeto tutaj do kilku uwag.

Porównanie cen urządzeń o tej samej mocy przepływowej daje następujący wynik:

1. Kable olejowe i linie napowietrzne na oba napięcia mają mniej więcej tę samą cenę na 1 kVA — zdolności przesyłowej.

2. Urządzenia rozdzielcze na 110 i 60 kV różnią się co do ceny w stosunku mniej więcej 100:60.

3. Transformatory na 110 i 60 kV różnią się co do ceny w stosunku mniej więcej 100:83.

Okolicznością, która zdecydowała o przyjęciu 110 kV zamiast 60 kV jest fakt ustalenia tego napięcia jako napięcia między-okręgowej wymiany w Polsce. Również ważnym motywem była konieczność posiadania w okręgu warsz. 110 kV do połączenia się z sieciami sąsiednich okręgów na północ i wschód celem eksportu energii. Napięcie 110 kV daje w ogóle większe możliwości obrotu energii elektrycznej tak na miejscu, jak i w tranzycie.

Jak widzimy, przeważającymi okazały się motywy z zakresu gospodarki energetycznej ogólno-krajowej.

W celu pokrycia obciążeń wynikających z wykresów na lata 1950, 1955 i 1065 przewidujemy następującą kolejność realizacji inwestycyj energetycznych dla Okręgu.

Rok 1949 i 1950. Budowa odcinka na 220 kV Łódź—Warszawa i uruchomienie go na razie na 110 kV przy zdolności przesyłowej 20 MW. Budowa podstacji końcowej dla tej linii z urządzeniami na 110 kV. Budowa linii kablowej 110 kV do pierwszego punktu zasilającego. Budowa stacji transform. w Warszawie na 110/30/15 kV.

Lata 1951—1955. Przejście na linii Śląsk—Łódź—Warszawa i na podstacjach ze 110 kV na 220 kV i podniesienie zdolności przesyłowej do 120 MW. Zwiększenie zdolności linii przesyłowej 110-kilowoltowej Rożnów—Warszawa do 30 MW przez dodanie transformatorów. Rozbudowa sieci na 110 kV w Okręgu. Wstępne prace związane z budową nowej elektrowni w Warszawie.

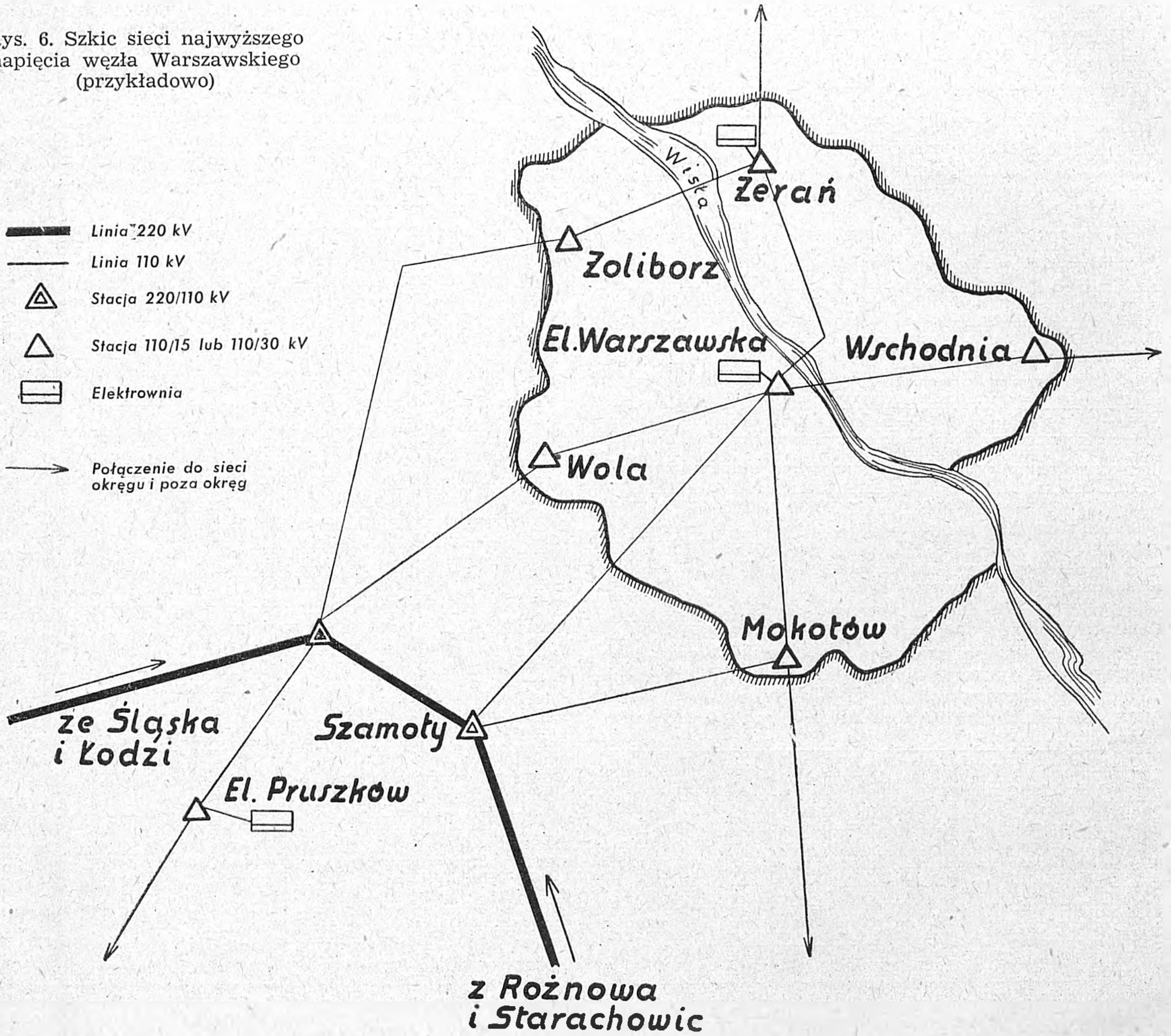
Lata 1956—1965. Budowa nowej elektrowni w Warszawie (Żerań) i podniesienie jej mocy do 200 MW. Zwiększenie zdolności przesyłowej linii Śląsk—Łódź—Warszawa do 150 MW (przez dodanie transformatorów). Przebudowa linii Rożnów—Warszawa na napięcie 220 kV i zdolność przesyłową 150 MW. Wstępne prace związane z budową czwartej elektrowni w Okręgu.

Studia gospodarczo-energetyczne prowadzone w tym ostatnim okresie wykażą, czy to czwarte źródło miejscowe byłoby elektrownią kondensacyjną, czy zespołem elektrowni wodnych, czy też elektrownią-ciepłownią lub zespołem ciepłowni.

Streszczamy zatem najbliższy program inwestycyjny: linia na 220 kV Śląsk—Łódź—Warszawa — elektrownia na Żeraniu o mocy 200 MW — przebudowa linii Rożnów—Warszawa na 220 kV. Należy podkreślić, że stan starych naprawionych urządzeń w Elektrowni Warszawskiej i Pruszkowskiej jest taki, że nie nadają się one do dłuższej pracy. Zatem budowa nowej elektrowni na Żeraniu jest sprawą pierwszorzędnego znaczenia. Jak widać z rocznych wykresów, bez elektrowni na Żeraniu nie da się pokryć zapotrzebowania w Okręgu Warszawskim już bezpośrednio po 1956 r. Natomiast przeprowadzenie tej inwestycji obok wymienionych inwestycyj sieciowych zapewni pokrycie zapotrzebowania energetycznego dla Okręgu z małą zaledwie rezerwą.

Podkreślenia wymaga również gospodarcza i techniczna konieczność szybkiego zakończenia budowy linii o napięciu 220 kV przez przedłużenie jej do Warszawy i przejście na 220 kV celem jej pełnego wyzyskania.

Energetyka Okręgu wykonana w przedstawiony sposób, będzie dobrze wkomponowana w całość ogólno-polskiej energetyki.



Rys. 6. Szkic sieci najwyższego napięcia węzła Warszawskiego (przykładowo)

INŻ. T. KAHL i
INŻ. CZ. MEJRO

Wybór napięcia sieci rozdzielczych

Treść. Dla idealnej sieci rozdzielczej obliczono wielkości charakterystyczne przy różnych gęstościach powierzchniowych spożycia. Uzyskano możność ocenienia, w jaki sposób i w jakim stopniu napięcie sieci wpływa na jej zasięg oraz na całkowite koszty rozdziału energii. Na przykładowej sieci teoretycznej obliczono koszty inwestycyjne i straty i otrzymano całkowite koszty rozdziału. Z wyników obliczeń wyprowadzono wnioski dotyczące wyboru napięcia sieci rozdzielczej.

Выбор напряжения для распределительных сетей. Для случая идеальной распределительной сети подсчитаны характерные величины при различной поверхностной плотности потребления. Получена возможность оценки того, каким образом и в какой степени напряжение сети оказывает влияние на ее радиус действия и полную себестоимость распределения энергии. Для примерной теоретической сети подсчитаны расходы на капитал и потери энергии и получена полная стоимость распределения. Результаты расчетов приводят к ряду заключений по вопросу о выборе высокого напряжения распределительной сети.

Selection of Tension in Distributing Systems. For purpose of the ideal distributing network, characteristic figures have been computed at various surface densities of consumption. Means have been found for determining in what manner and to what extent the voltage of the network influences its service radius and the aggregate cost of distributing energy. By means of a theoretical specimen network, computations have been carried out of the cost of investments and of the losses, thus arriving at the aggregate cost of distribution. These computations have made it possible to arrive at conclusions affecting the selection of voltage in distributing systems.

Choix de la tension des réseaux de distribution. Pour un réseau idéal de distribution les grandeurs caractéristiques ont été calculées pour différentes densités de consommation relatives à la superficie. Celà a permis d'estimer de quelle manière et en quel degré la tension du réseau exerce une influence sur son étendue et sur le total des frais de distribution d'énergie. A l'aide d'un exemple de réseau théorique, les frais de premier établissement ainsi que les pertes ont été calculées et de cette facon le total des frais de distribution a été obtenu. Les résultats des calculs ont mené à des conclusions relatives au choix de la tension du réseau de distribution.

1. Wstęp.

Znajdujemy się w okresie szybkiej rozbudowy urządzeń elektryfikacyjnych. W planach inwestycyjnych na elektryfikację przewidziane są co roku wielkie sumy na rozbudowę wytwórni, sieci przesyłowych i sieci rozdzielczych. Świat techniczny skupia swą uwagę na zagadnieniach związanych z wytwarzaniem i przesyłaniem energii. Mniejszym zainteresowaniem cieszą się sieci rozdzielcze, jako urządzenia dobrze znane i stosunkowo łatwe do rozbudowy. Z tych powodów projektowanie sieci rozdzielczych nie znalazło w literaturze technicznej tak obszernego potraktowania, jak to jest z liniami najwyższych napięć lub urządzeniami wytwórczymi.

Koszty budowy sieci rozdzielczych są wielokrotnie większe od kosztów sieci przesyłowych. Wzrastają one poważnie, jeżeli zamierzamy elektryfikować cały teren, to znaczy nie tylko miasta, miasteczka i większe osiedla, lecz również wsie i osady. Szczególnie koszt sieci rozdzielczej wiejskiej jest bardzo znaczny i przy pełnej elektryfikacji dochodzi do 40, 50 lub nawet 60% ogólnych kosztów sieci wysokiego napięcia (przesyłowej i rozdzielczej). W tych warunkach niewłaściwe zaprojektowanie sieci, przyjęcie błędnych założeń co do wielkości przewidywanego spożycia energii, jego rozkładu i szybkości narastania, wreszcie wybór niewłaściwego systemu i napięcia prowadzi do wzrostu kosztów sieci, co może poważnie zaważyć na szybkości rozbudowy oraz na cenach energii loco odbiorca.

Pośród czynników wpływających najsilniej na ogólne koszty energii właściwy wybór napięcia rozdzielczego jest najbardziej zasadniczy. Wysokość napięcia wpływa na koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.

Wybór napięcia powinien być robiony przed rozpoczęciem elektryfikowania okręgu, a w każdym razie wcześniej zanim sieci zostaną tak rozbudowane, że ewentualna przebudowa nie będzie możliwa z uwagi na wielkie związane z tym koszty. Jak powiedziano wyżej, koszt sieci wiejskiej przekracza 50% ogólnych kosztów. Zatem ta sieć ma największy wpływ na wybór napięcia.

Napięcia sieci rozdzielczych zostały już w całym kraju ustalone. Mapa na rys. 1 przedstawia obszary występowania różnych napięć (ob. wkładkę).

Należy jednak pamiętać, że napięcia te były ustalone raczej przypadkowo, zwykle bez głębszej analizy zagadnienia. Jeżeli pewne obliczenia były robione, to raczej pod kątem widzenia elektryfikacji większych osiedli. Dziś, gdy elektryfikujemy cały teren, należałoby rozpatrzyć zagadnienie we wszystkich okręgach jeszcze raz. Potrzebę tego odczuwa się dla szeregu sieci, które rozbudowano na podstawie niewłaściwych założeń i które powodują wskutek tego trudności eksploatacyjne.

Chcielibyśmy zwrócić uwagę, że jeszcze teraz są możliwości przystosowania istniejących często słabo rozbudowanych sieci do nowych warunków, a ewentualna zmiana napięcia może się opłacić.

Projektowanie sieci rozdzielczych jest zagadnieniem trudnym ze względu na ogromną liczbę zmiennych czynników, powiązanych ze sobą i od siebie zależnych. Ogromną rolę odgrywają demograficzne czynniki, wpływając na konfigurację sieci, rozmieszczenie punktów zasilających, wielkości mocy przesyłowych itd. Dlatego teoretyczne podejście prowadzi do bardzo skomplikowanych matematycznych wzorów, a wyniki obliczeń teoretycznych muszą być sprawdzane w praktyce.

Projektowanie sieci średniego napięcia sprowadza się zawsze do przeliczenia paru alternatyw możliwie doprowadzonych do końca tj. do średniej ceny 1 kWh loco odbiorca włącznie.

Celem niniejszego referatu nie jest danie „rozwiązań uniwersalnych"; jest to oczywiście niemożliwe. Jednak sądzimy, że podane niżej obliczenia i wykresy pozwolą na szybsze przeprowadzenie obliczeń, przez wyeliminowanie „a priori" szeregu alternatyw fałszywych.

W dalszym ciągu staraliśmy się ująć zależności zachodzące w sieci na zasadach teoretycznych, a następnie na teoretycznym modelu sieci przeprowadzić porównawcze obliczenie kosztów w założeniu pewnych przeciętnych wielkości. W rozważaniach staraliśmy się trzymać przewidywanych wielkości spożycia w końcu najbliższego dwudziestolecia. Uważaliśmy jednak za konieczne wyjść poza te dwadzieścia lat, aby zbadać czy wyniki obliczeń będą słuszne również dla późniejszego okresu.

2. Ustalenie pojęć.

Zadaniem sieci średniego napięcia jest doprowadzenie energii elektrycznej z elektrowni lub stacji transformatorowej wysokiego napięcia (60, 110 lub 220 kV) do stacji transformatorowych obniżających napięcie do jego wartości użytkowej, tj. w większości wypadków sieci niskiego napięcia 380/220 V.

Po przeprowadzeniu pełnej elektryfikacji dojdziemy do sieci tak rozgałęzionych, że w dowolnym punkcie kraju istnieć będzie możliwość korzystania z energii elektrycznej dostarczanej z sieci.

Linie elektryczne średniego napięcia dzielą się na zasilające (przesyłowe) i rozdzielcze. Linią przesyłową nazywać będziemy linię, w której na całej długości obciążenie pozostaje bez zmiany (jeżeli pominiemy straty w linii). Linia rozdzielcza posiadać będzie wzdłuż swej trasy mniejszą lub większą liczbę odbiorów. Oczywiście, granica pomiędzy tymi dwoma typami linii często jest niewyraźna.

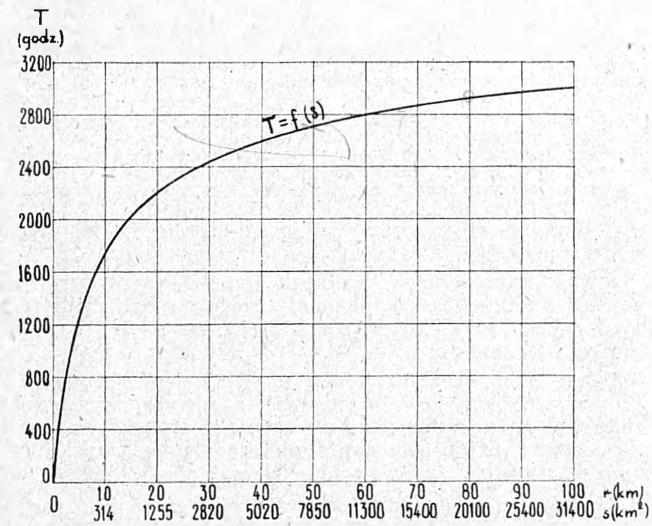
Sieci okręgowe, którymi będziemy się w dalszym ciągu zajmować, wykonywane są zwykle jako rozgałęzione sieci otwarte z zasilaniem promieniowym; wchodzące w rachubę gęstości spożycia energii każą przypuszczać, że ze względów gospodarczych ten typ sieci będzie jeszcze przez długie lata powszechnie stosowany.

Oprócz linii przesyłowych średniego napięcia będziemy spotykać w charakterze okręgowych linii przesyłowych linie wysokiego napięcia; w dalszych rozważaniach przyjmować będziemy, że linie przesyłowe wysokiego napięcia posiadać będą urządzenia do regulacji napięcia (kompensatory, transformatory regulacyjne itp.), tak że cały dopuszczalny spadek napięcia będziemy mieli do dyspozycji dla sieci średniego i niskiego napięcia. Jako najwyższy dopuszczalny spadek napięcia w sieci średniego napięcia przyjmować będziemy wielkość 12% (uzasadnienie ob. T. Buchhold, Elektrische Kraftwerke und Netze, str. 303 i nast.).

Sieci oblicza się: 1. na dopuszczalny spadek napięcia, 2. na nagrzewanie się przewodów i 3. na gospodarność.

Pierwsze dwa obliczenia są tylko sprawdzianem technicznej doskonałości urządzenia; decydować będzie zawsze obliczenie gospodarcze. Oczywiście, ideałem będzie takie zaprojektowanie sieci, aby przy całkowitym wyzyskaniu możliwości technicznych występowało jednocześnie najlepsze wyzyskanie gospodarcze.

Wobec braku do chwili obecnej urzędowo ustalonych zasad gospodarczego obliczania urządzeń elektrycznych stosować będziemy w dalszym ciągu zasady przedwojen-



Rys. 2. Czas użytkowania mocy szczytowej w zależności od powierzchni zasilanego terenu

ne, jedynie z pominięciem amortyzacji kapitałowej (spłata pożyczki) i z oprocentowaniem kapitału około 7%.

W ten sposób obliczone koszty stałe wytwarzania w elektrowniach parowych przyjmować będziemy na 18%, a koszty stałe przesyłania i rozdzielania na 13%.

Również i jednostkowe koszty inwestycyjne elektrowni, sieci i transformatorów oraz koszty paliwa przyjmować będziemy według cen z roku 1938.

Błędy w ten sposób popełnione nie mogą być wielkie; przy projektowaniu długofalowym nie tyle są ważne bezwzględne cyfry kosztów, ile zastosowanie „wspólnego mianownika" w obliczeniach.

3. Sieć idealna.

Przez sieć idealną rozumieć będziemy sieć obejmującą całą powierzchnię elektryfikowanego terenu w sposób równomierny, to jest przy założeniu zupełnie równomiernego rozkładu zapotrzebowania energii.

zwykle linie wysokiego napięcia (60, 110 i 220 kV) lub też zupełnie specjalne linie przesyłowe średniego napięcia, wpływ ich na obliczanie sieci okręgowej średniego napięcia będzie znikomy. Wielcy odbiorcy będą mieć za to często decydujący wpływ na rozmieszczenie punktów zasilających sieci okręgowej.

Jako jednostkę określającą gęstość spożycia energii elektrycznej przyjmować będziemy wielkość G wyrażoną w kWh/km² i rok; określanie gęstości spożycia w kW/km² lub kVA/km² wobec znacznych różnic w „czasie użytkowania mocy szczytowej" T dla różnych odcinków sieci — prowadzić może do poważnych błędów w obliczeniach.

Czas użytkowania mocy szczytowej T jest funkcją powierzchni. Na rys. 2 przedstawiona jest zależność $T = f(s)$, otrzymana na podstawie statystyk zagranicznych, odnoszących się do silnie zelektryfikowanych terenów (G w granicach 5 000 do 10 000 kWh/km² i rok).

Jeżeli obszar zasilany wyobrazimy sobie w postaci koła o promieniu r (w km), to z wykresu rys. 2 możemy również otrzymać zależność $T = f(r)$.

Na rys. 3 przedstawiono 6 teoretycznych sposobów pokrycia terenu siecią idealną. Alternatywy te różnią się sposobem rozplanowania sieci (typy „A" i „B") i liczbą linii rozchodzących się z punktu zasilającego ($n = 4$, 6 lub 8), tj. liczbą wycinków koła.

4. Obliczanie spadku napięcia w sieci rozdzielczej.

Spadek napięcia w linii trójfazowej wyraża się wzorem:

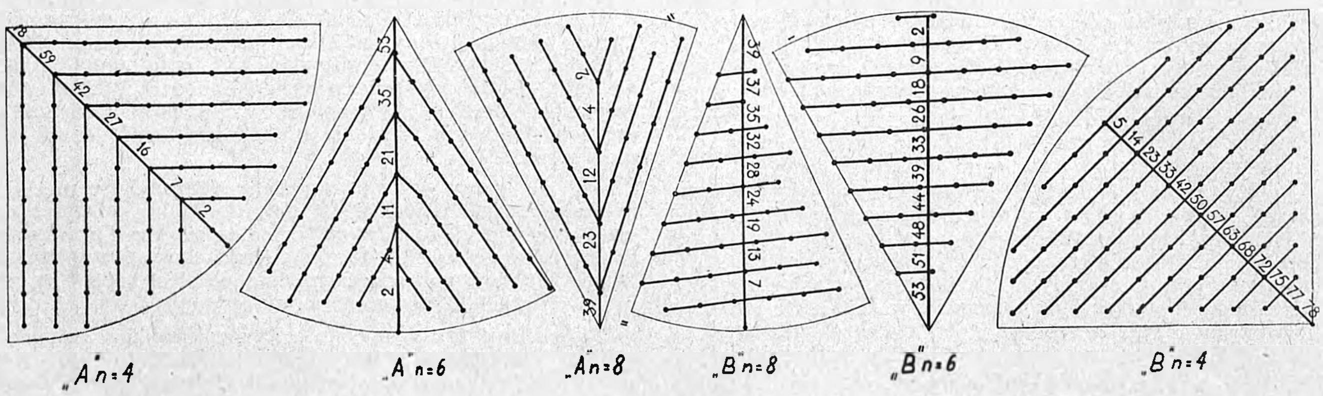
$$\Delta U\% = \frac{\Sigma\,(IR\cos\varphi\,.\,k\sqrt{3}\,.\,100)}{U\,.\,1\,000} = \frac{k\sqrt{3}\,.\,\cos\varphi\,.\,10^3}{10\,U\gamma s}\,\Sigma(Il),$$

gdzie: I prąd w amperach na poszczególnych odcinkach toru,
R oporność w omach na poszczególnych odcinkach toru,
l długość w km na poszczególnych odcinkach toru,
$\cos\varphi$ spółczynnik mocy na poszczególnych odcinkach toru,
U napięcie międzyprzewodowe w kV, $k = 1 + \frac{X}{R}\,\mathrm{tg}\varphi$
s przekrój linii w mm²,
γ przewodność w m/mm² Ω.

Ze znaczną dokładnością możemy przyjąć dla napowietrznych linii 6, 15, i 30 kV wartość $X = 0{,}4\Omega$ na fazę i km.

Spółczynnik mocy zakładamy jednakowy dla całej sieci i równy 0,7.

Stąd wielkość $k = f(s)$:



Rys. 3. Sposoby pokrycia terenu siecią idealną

Liczne obliczenia przeprowadzone w praktyce wykazują, że zastąpienie sieci o nierównomiernym rozkładzie obciążeń siecią, w której obciążenia rozłożono w sposób równomierny, stosunkowo niewiele wpływa na wynik obliczeń. Odnosi się to oczywiście tylko do obciążeń drobnych odbiorców we wsiach, miasteczkach i małych miastach. Miasta wielkie, wielcy odbiorcy przemysłowi lub trakcyjni muszą być traktowani indywidualnie, ponieważ jednak do tych wielkich odbiorców doprowadzone będą

s (mm²,Cu)	16	25	35	50	70
k =	1,25	1,5	1,8	2,1	2,5

Celem wyprowadzenia ogólnego wzoru na obliczanie spadku napięcia w „idealnej" sieci otwartej, przeprowadzamy obliczenia dla 6 alternatyw z rys. 3.

Dla wszystkich alternatyw przyjmujemy na razie jednostajny przekrój sieci.

Dla obliczenia największego spadku napięcia występującego w sieci szukamy długości zastępczego toru (r') obciążonego na końcu sumą obciążeń danego wycinka sieci.

$$\Sigma (Il) = I_n . r'$$

Wielkość prądu I_n płynącego na początku każdej z n linii wychodzących z punktu zasilającego równa się

$$I_n = \frac{\pi r^2 G}{n . \sqrt{3}\, U \cos\varphi . T_n},$$

gdzie r — promień koła zasilania w km,
T_n — czas użytkowania mocy szczytowej z krzywej rys. 2 dla powierzchni $S = \frac{\pi r^2}{n}$ (w km²).

Wyniki obliczeń wykazały, że stosunek $\frac{r'}{r}$ jest dla każdej grupy układów sieci (A i B) prawie stały dla różnych wartości n i r i wynosi około 0,42 dla układów A oraz 0,68 dla układów B.

Możemy przyjąć z pewnym przybliżeniem, że rzeczywiste rozplanowanie sieci, wywołane warunkami topograficznymi i innymi, będzie stanowić rozwiązanie pośrednie pomiędzy układami A i B.

Przyjmujemy do dalszych obliczeń wartość średnią

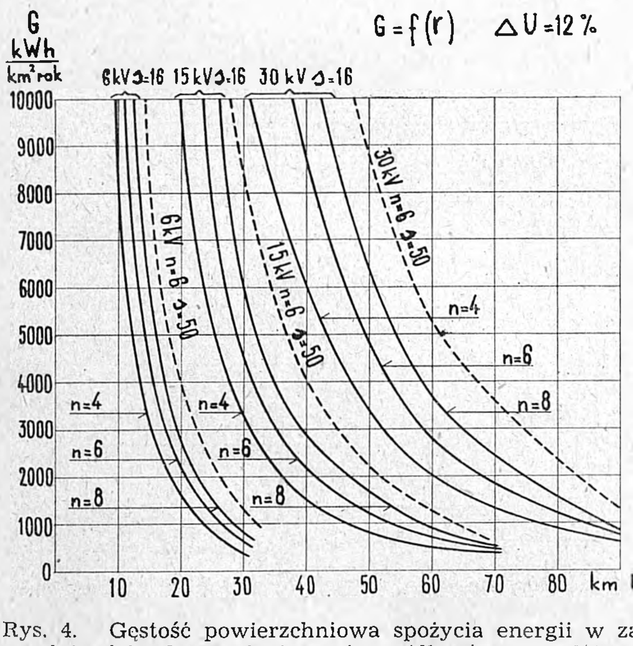
$$r' = 0{,}55\, r.$$

Ogólny wzór na obliczenie spadku napięcia w sieci rozdzielczej przybierze postać

$$\Delta U\% = \frac{k \sqrt{3} \cos\varphi}{10\, U \gamma s} \cdot \frac{\pi r^2 G}{n \sqrt{3}\, U \cos\varphi . T_n} \cdot 0{,}55\, r . 1\,000 =$$

$$= \frac{55 . \pi r^3 G k}{n U^2 T_n \gamma s}; \qquad s = \frac{55 . \pi r^3 G k}{n U^2 \Delta U\% \, T_n . \gamma} \quad (\text{mm}^2).$$

Wzajemną zależność pomiędzy promieniem zasilania r i gęstością spożycia G dla różnych wielkości U i n przy $\triangle U = 12\%$ i $s = 16$ mm², Cu przedstawia rys. 4.



Rys. 4. Gęstość powierzchniowa spożycia energii w zależności od promienia zasięgu (dla $\triangle U = 12\%$).

Krzywe te przedstawiają teoretycznie możliwe do technicznego opanowania zasięgi sieci rozdzielczej posiadającej do dyspozycji spadek napięcia 12%.

Rys. 5 przedstawia podobną rodzinę krzywych zbudowanych dla $\triangle U = 6\%$.

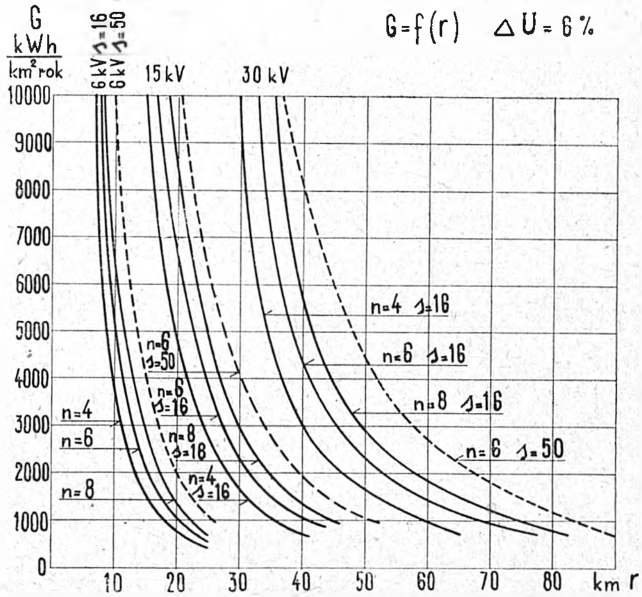
Ze względu na sieć zasilającą wyższego rzędu (np. 110 kV) jest rzeczą ciekawą, jak wielką moc można przy różnych napięciach rozdzielczych zgromadzić w punkcie zasilającym; odpowiedź na to pytanie jest zilustrowana na rys. 6.

Rysunek przedstawia zakresy pracy różnych napięć rozdzielczych, ograniczone z jednej strony najwyższym dopuszczalnym spadkiem napięcia $U = 12\%$, z drugiej zaś strony krzywymi

$$P = \frac{\pi r^2 G}{T_r} \qquad (\text{kW}),$$

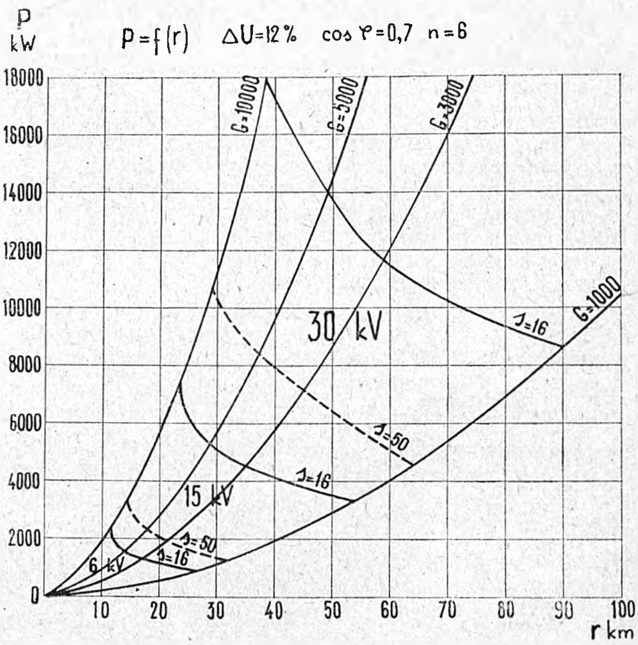
gdzie T_r czas użytkowania szczytu dla całego zasilanego obszaru wzięty z krzywej $T = f(r)$ (rys. 2).

Z rys. 6 wynika, że na dobrze zelektryfikowanych terenach, przy $G = 10\,000$, możemy przy napięciu 6 kV ze-



Rys. 5. Gęstość powierzchniowa spożycia energii w zależności od promienia zasięgu (dla $\triangle U = 6\%$)

brać w punkcie zasilającym najwyżej około 2 000 kW, przy 15 kV — około 7 500 kW i przy 30 kV — około 18 000 kW. Liczby te dotyczą sieci rozdzielczych o przekroju 16 mm² Cu. Stosując większe przekroje moglibyśmy po-



Rys. 6. Moc zgromadzona na podstacji w punkcie zasilającym w zależności od promienia zasięgu

większyć moce punktów zasilających (np. przy $s = 50$ mm² Cu i 15 kV do $P = 10\,500$ kW), jednak, jak wykażą dalsze obliczenia, powiększanie przekrojów ponad 16 mm² Cu jest gospodarczo błędne.

5. Obliczenie gospodarcze linii przesyłowej.

Przy eksploatacji linii przesyłowej mamy do czynienia z następującymi kosztami:

a) Koszty stałe niezależne od ilości przesyłanej energii, wywołane obsługą kapitału, konserwacją itd. i określane zwykle w %/% od włożonego kapitału:

$$K_{st} = p_p\, l\, (A + BU + Zs)\, 10^{-2} \qquad \text{(zł/rok)},$$

gdzie p_p procentowe koszty stałe (przyjmujemy $p_p = 13\%$),
U napięcie międzyprzewodowe linii w kV,
s przekrój linii w mm².

Według Schneidera (Elektrische Energiewirtschaft, Springer, 1936) dla jednotorowych linii 15 do 30 kV można przyjąć wartości $A = 3\,600$ zł/km (1 800 RM/km), $B = 154$ zł/kV . km, $Z = 68$ zł/mm² . km.

Ceny linii obliczone z użyciem powyższych spółczynników są na ogół zgodne z rzeczywistymi cenami w warunkach polskich z roku 1938, choć Schneider przyjmuje zbyt niską cenę 1 kg miedzi.

b) Koszty wywołane koniecznością podwyższenia mocy elektrowni o moc P_{str} straconą w linii:

$$K_{el} = P_{str} \cdot b \cdot p_{el} = 3 I^2_{max} \frac{l}{\gamma s}\, b p_{el}\, 10^{-2} \qquad \text{(zł)},$$

gdzie I_{max} prąd największego obciążenia w amperach,
l długość linii w km,
γ przewodność w m/mm² Ω,
s przekrój przewodów w mm²,
b koszt 1 kW instalowanego w elektrowni w zł,
p_{el} koszty stałe wytwarzania w %/% (przyjmujemy dla elektrowni parowych średnio 18%).

c) Koszty paliwa zużytego w elektrowni na wytworzenie straconej mocy (koszty zmienne wytwarzania):

$$K_{str} = 3 I^2_{max} \frac{l}{\gamma s} \cdot \beta\tau \cdot 10^{-2},$$

gdzie τ czas trwania największych strat w godzinach rocznie,
β koszt zmienny 1 kWh w groszach.

Łączne koszty eksploatacji linii:

$$K = K_{st} + K_{el} + K_{str} = p_p\, l\, (A + BU + Zs)\, .\, 10^{-2}$$
$$+ 3 I^2_{max} \frac{l}{\gamma s} (b p_{el} + \beta\tau)\, .\, 10^{-2}$$

Przyrównując do zera pochodną $\frac{dK}{ds}$, dochodzimy do wzoru na przekrój gospodarczy:

$$s_g = I_{max} \sqrt{3} \sqrt{\frac{b p_{el} + \beta\tau}{\gamma p_p Z}} \qquad \text{(mm}^2\text{)}.$$

Wzór ten wymaga jednak wprowadzenia poprawki. W wyjątkowych przypadkach linia bezpośrednio po wybudowaniu bywa obciążana od razu w 100%; najczęściej życie zmusza nas do projektowania linii „na wyrost", tak że obciążenie z latami rośnie, często osiągając moc, na którą linia została zbudowana, dopiero w końcu okresu amortyzacji (dla sieci 20 do 30 lat).

Jeżeliby przyrost obciążeń w linii następował w sposób jak na rys. 7, tj. w ciągu 20 lat obciążenie narastało proporcjonalnie od 20 do 100%, to suma strat w ciągu tego czasu byłaby znacznie niższa od wartości

$$3 I^2_{max} R\tau\, .\, 20.$$

Wprowadzamy pojęcie prądu zastępczego (I_z), który w ciągu 20 lat dałby takie same straty w linii, jakie wywołuje prąd zmieniający się od 20 do 100% przy stałym τ. Wtedy

$$I^2_z\, .\, 20 = I^2_{max} (0{,}2^2 + 0{,}24^2 + 0{,}28^2 + \ldots + 0{,}96^2) = 7{,}8\, I^2_{max}$$

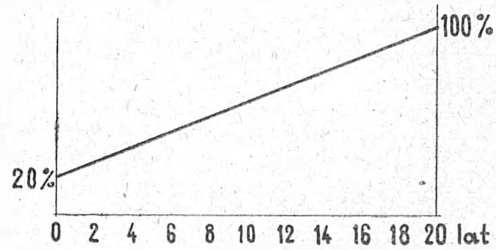
stąd $I_z = 0{,}625\, I_{max}$ i $s_g = 0{,}625 I_{max} . \sqrt{3} \sqrt{\frac{b p_{el} + \beta\tau}{\gamma p_p Z}}$

Przekrój gospodarczy powinniśmy przyjąć o 37,5% niższy niż przekrój poprzednio obliczony.

Powyższe rozumowanie każe nam przy projektowaniu linii, w których przewiduje się długoletnią pracę z niepełnym obciążeniem lub z małym czasem użytkowania mocy szczytowej, przyjmować ze względów gospodarczych duże gęstości prądu w przewodach. Z drugiej zaś strony należy linie przesyłowe budować dla możliwie dużych czasów użytkowania największej mocy przesyłowej (a więc do pokrywania przede wszystkim mocy podstawowej!).

Sieć należy rozbudować w sposób elastyczny, np. przez budowanie w miarę wzrostu obciążeń linii równoległych o mniejszych przekrojach zamiast drogich linii jednotorowych o grubych przekrojach.

Obliczenie na gospodarność prowadzi do stosowania stałych gęstości prądów. Przy stałej gęstości spadek na-



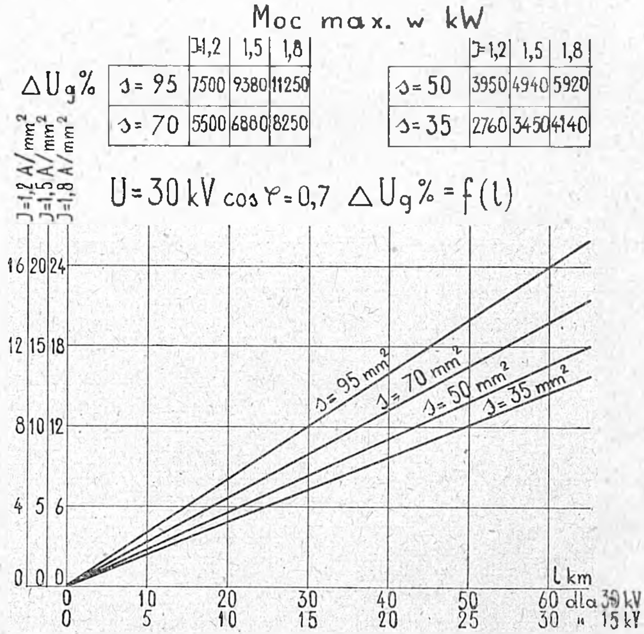
Rys. 7. Wykorzystanie linii z biegiem czasu

pięcia w linii (w woltach) będzie jedynie funkcją długości linii (jeżeli k = const; cos φ = const. i γ = const.)

$$\Delta U = \sqrt{3}\, k I \frac{l}{\gamma s} \cos\varphi\, .\, 1000 = \sqrt{3}\, k \frac{Jl}{\gamma} \cos\varphi \cdot 1000 \quad \text{(woltów)}.$$

Na rys. 8 podane są gospodarcze spadki napięcia w liniach przesyłowych na 30 i 15 kV dla cos φ = 0,7 i trzech różnych gęstości J = 1,2; 1,5 i 1,8 A/mm². Z wykresu wynika, że gospodarczy zasięg linii przesyłowych średniego napięcia jest niewielki (dla 15 kV dwa razy mniejszy niż dla 30 kV).

Stosując to samo napięcie zarówno dla sieci rozdzielczej jak i dla linii zasilających, musimy wskutek znacz-



Rys. 8. Gospodarczy spadek napięcia w zależności od zasięgu

nych spadków napięcia w tych ostatnich ograniczać zasięg sieci rozdzielczej.

Przy większych gęstościach spożycia, a tym samym większych mocach w liniach zasilających gospodarcze obliczenie prowadzi do sieci dwunapięciowych oraz do stosowania transformatorów z regulacją pod obciążeniem.

6. Obliczenie gospodarcze sieci rozdzielczej.

Przeprowadzenie obliczenia gospodarczego całej sieci rozdzielczej (tj. wybór napięcia, przekrojów i rozmieszczenie punktów zasilających) w drodze matematycznej jest bardzo skomplikowane i nie prowadzi do celu. Jeżeli jeszcze obliczenia prowadzone na „idealnej" sieci rozdzielczej dają wyniki prawie zgodne z wynikami obliczeń sieci rzeczywistych, to wyznaczanie np. stacji transformatorowych na 110 kV lub też miejsc budowy nowych elektrowni w sposób matematyczny jest nieżyciowe.

W dalszym ciągu zajmiemy się obliczeniem gospodarczym „idealnej" sieci rozdzielczej.

Obliczając szczegółowo, podobnie jak i przy obliczaniu spadków napięć, układy sieci „A" i „B" dla $n = 4$, 6 i 8 doszliśmy do wniosków następujących:

a) Przy równomiernym pokryciu terenu siecią rozdzielczą i rozmieszczeniu obniżających napięcie stacji transformatorowych w odległości 2 do 2,5 km jedna od drugiej, co odpowiada przeciętnej odległości między osiedlami wiejskimi oraz przeciętnemu zasięgowi sieci niskiego napięcia, długość sieci, niezależna od układu sieci, wynosi w przybliżeniu 1 km/1 km², to znaczy, że na obszarze koła o promieniu r kilometrów długość sieci wynosi πr^2 kilometrów.

b) Wprowadzamy pojęcie długości zastępczego toru (r''), w którym straty, przy obciążeniu na końcu sumą obciążeń danego wycinka sieci, będą równe sumie strat we wszystkich liniach danego wycinka sieci. Podobnie jak przy obliczaniu spadków napięć można dowieść, że wielkość r'' zależy głównie od układu sieci („A" lub „B") i tylko w słabym stopniu od r i n. Średnio otrzymuje się $r'' = 0{,}48\, r$.

c) Czas trwania największych strat dla toru zastępczego można przyjąć jako 0,4 T_n (dla T_n w granicach 1 600—2 600 godzin), gdzie T_n jest czas użytkowania szczytu dla całego wycinka sieci.

Koszty sieci rozdzielczej składać się będą z następujących elementów:

a) $K_{st} = p_p \,.\, 10^{-2}\, \Sigma l\,(A+BU+Zs) = p_p\, 10^{-2}\, \pi r^2\,(A+BU+Zs)$

b) $K_{el} = n\,.\,3\,I_n^2\, \frac{r''}{\gamma s} \cdot b p_{el}\,.\,10^{-2}$

c) $K_{str} = n\,.\,3\,I_n^2 \cdot \frac{r''}{\gamma s}\beta\tau_n\,.\,10^{-2}$

Koszt punktów zasilających sieć okręgową oraz różnicę kosztów sieci zasilającej 110 lub 60 kV pomijamy. Uwzględnienie tych kosztów może wywołać różnicę w kosztach całkowitych w granicach do 10% na korzyść napięcia wyższego (30 kV).

Łączne koszty roczne sieci przeliczone na 1 km²:

$$K = \frac{K_{st} + K_{el} + K_{str}}{\pi r^2} = p_p\,.\,10^{-2}\,(A+BU+Zs) + $$

$$+ \frac{0{,}48\,\pi\, r^3\, G^2\, 10^{-2}}{U^2 \cos^2\varphi \cdot \gamma T_n^2 sn}\,(b p_{el} + \beta\tau_n) \quad \text{(zł/km}^2 \text{ i rok).}$$

Dla przykładu na rys. 9 przedstawione są zmiany kosztów stałych (a), zmiennych (b + c) oraz całkowitych (b + c + a) w funkcji napięcia dla sieci o następujących danych:

$G = 10\,000$ kWh/km² i rok, $r = 50$ km
$n = 6$, $b = 450$ zł/ kW
$\beta = 1{,}6$ gr/kWh, $\cos\varphi = 0{,}7$
$s = 16$ mm² Cu
$T_n = 2\,200$
$\tau_n = 0{,}4\,.\,2\,200 = 880$
$A = 3\,600$; $B = 154$; $Z = 68$

$$K = 0{,}13\,(3600 + 154\,.\,U + 68\,.\,16) + \frac{0{,}48\,.\,\pi\,.\,50^3\,.\,10\,000^2}{16\,.\,49\,.\,U^2\,.\,55\,.\,2200^2\,.\,6}\,(18\,.\,450 + 1{,}6\,.\,880)$$

$$= 610 + 20\,.\,U + \frac{144\,000}{U^2}.$$

Chcąc znaleźć wartość najkorzystniejszego napięcia pod względem gospodarczym dla takiej sieci, różniczkujemy:

$$\frac{dK}{dU} = 20 - \frac{288\,000}{U^3} = 0, \text{skąd } U_g = 24{,}3 \text{ kilowoltów.}$$

Wzór ogólny: $$U_g = r\sqrt[3]{\frac{3\,G^2\,(b p_{el} + \beta\tau_n)}{\cos^2\varphi\,.\,\gamma T_n^2\, s n p_p B}} \quad \text{(kV).}$$

Do wzoru powyższego należy również zastosować poprawkę uwzględniającą charakter przyrostu obciążeń i odpowiednio zmniejszyć wartość U_g.

Na wykresie przestrzennym rys. 10 oraz w podanej niżej tabeli przedstawiona jest zależność U_g w funkcji zmiennych G i r przy $n = 6$; $\cos\varphi = 0{,}7$; $T_n = f(r)$; $\tau = f(r)$.

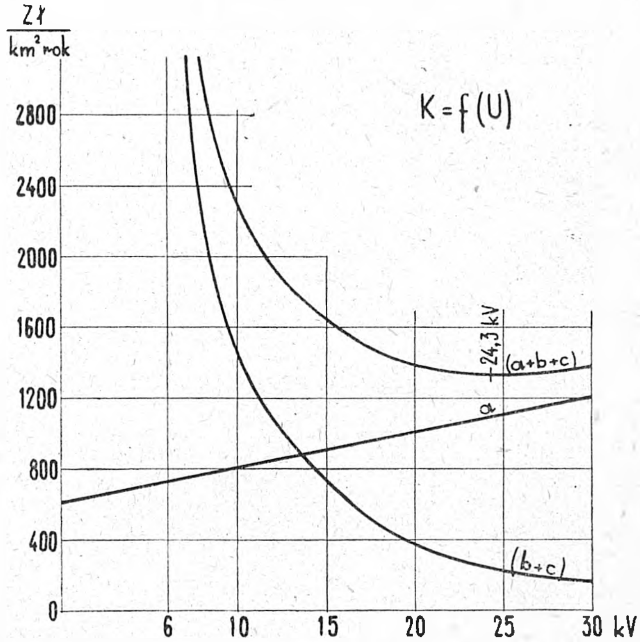
$s = 16$ Cu $p_p = 13\,\%$ $p_{el} = 18\,\%$
$b = 450$ $\beta = 1{,}6$ gr/kWh $B = 154$ zł

Tablica. Gospodarność napięć w sieci rozdzielczej

	G = 1 000	G = 3 000	G = 5 000	G = 10 000
r = 10 km	1,51	3,36	4,72	7,5
r = 20 km	2,46	5,12	7,15	11,4
r = 40 km	4,32	8,93	12,55	19,9
r = 60 km	6,10	12,60	17,80	28,2
r = 80 km	7,75	16,10	22,60	35,9
r = 100 km	9,43	19,60	27,60	43,8

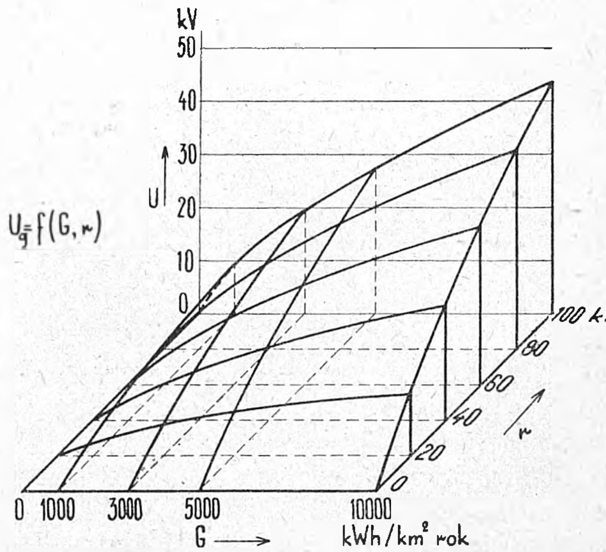
7. Sieć wielonapięciowa.

Rozważania dotychczasowe były oparte na założeniu istnienia sieci jednonapięciowej. W rzeczywistości będziemy mieli sieć dwunapięciową 110 i 30 lub 15 kV, lub



Rys. 9. Koszty stałe, zmienne i całkowite w zależności od napięcia

trzynapięciową 110/30/6 kV. Napięcia 10 i 20 kV pomijamy, traktując 10 kV jako odpowiednik 6 kV, a 20 kV jako odpowiednik 15 kV. Przed zestawieniem wniosków,



Rys. 10. Napięcie gospodarcze w zależności od gęstości spożycia i promienia zasięgu

wynikających z dotychczasowych obliczeń, należy zbadać, czy będą one słuszne dla sieci rzeczywistej, wielo-

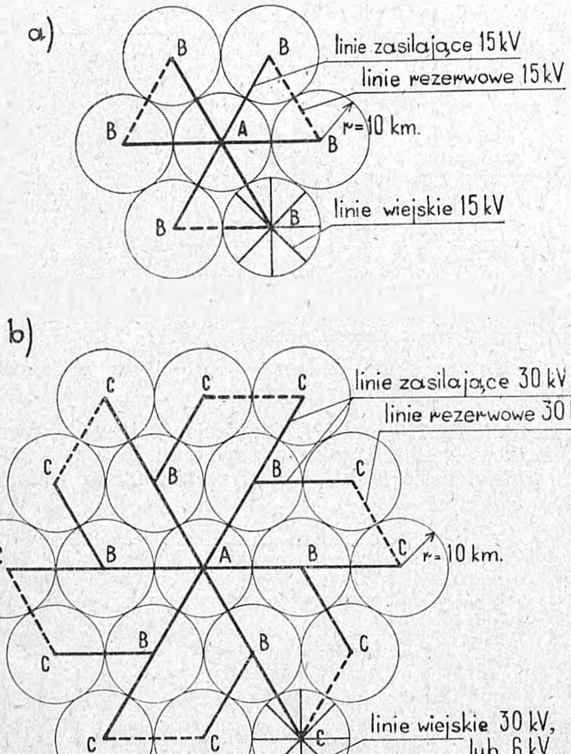
napięciowej. Poza tym zakładaliśmy budowę sieci idealnej, składającej się z promieniowo wychodzących linii z pewnego punktu zasilającego odbiory równomiernie rozłożone w terenie.

W rzeczywistości sieć wygląda inaczej. Z podstacji 110-kilowoltowej wychodzić będą linie napięcia rozdzielczego o charakterze linii zasilających, przenoszące energię do pewnych punktów z większymi odbiorami skupionymi, a więc do miast i miasteczek, i dopiero stąd rozejdą się linie wiejskie o napięciu takim samym, jak napięcie linii zasilających, lub innym. Rozważania dotychczasowe słuszne będą dla samych linii przesyłowych średniego napięcia, to jest pni, na których oparta jest elektryfikacja terenu, i słuszne będą dla linii wiejskich, rozchodzących się z miasteczek. Jednak wobec różnych napięć wchodzących w grę dla poszczególnych części sieci i różnego procentowego udziału sieci każdego napięcia w ogólnych kosztach, jest rzeczą niezbędną zbadać rozkład tych kosztów i ich wpływ na cenę energii.

Rozważania teoretyczne zawodzą wobec zbyt wielu zmiennych i zbyt skomplikowanych zależności. Wobec tego nie pozostaje nic innego jak na pewnym modelu sieci przeprowadzić porównawcze obliczenie kosztów.

Do porównawczych obliczeń jako model sieci przyjęto dwa tereny elektryfikacyjne. Pierwszy rys. 11 a, dla napięć 110/15/0,4 kV i drugi, rys. 11 b dla napięć 110/30/6/0,4 kV i 110/30/0,4 kV.

W wypadku pierwszym przyjęto, że z punktu centralnego A, gdzie znajduje się podstacja 110/15 kV wychodzi 6 linii głównych do sześciu miast B, skąd rozchodzą się linie wiejskie na 15 kV, pokrywające cały teren. W wypadku drugim przyjęto, że z punktu A wychodzi sześć linii 30 kV, które zasilają miasta B i C, z których rozchodzą się linie wiejskie 30- lub 6-kilowoltowe.



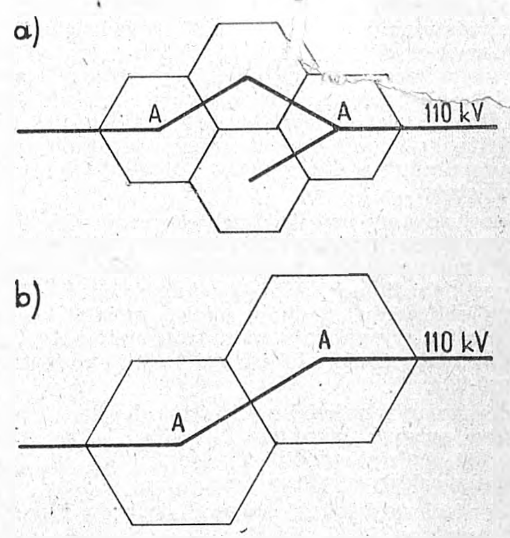
Rys. 11. Teoretyczny podokręg elektryfikacyjny

A miasto o 15 000 mieszkańców
B miasto o 7 000 mieszkańców
Średnia odległość między miastami 20 km
a) Sieci 15/0,4 kV
b) Sieci 30/0,4 kV lub 30/6/0,4 kV

Każdy z układów stanowi jakby podokręg. Cały okręg elektryfikacyjny powstaje przez zestawienie czterech podokręgów w wypadku pierwszym 110/15/0,4 kV (rys. 12 a) lub dwóch w wypadku drugim 110/30/6/0,4 oraz 110/30/0,4 kV (rys. 12 b). W obydwu wypadkach sieć 110 kV powstała przez połączenie punktów centralnych A.

Promienie zasięgów A, B, C przyjęto jednakowe — r = 10 km. Jako średnią wielkość miasta A przyjęto 15 000 mieszkańców, miast B i C — 7 000 mieszkańców.

Dla tak pomyślanych modeli sieci obliczono przekroje linii dla czterech alternatyw: 110/15/0,4 kV, 110/30/0,4 kV



Rys. 12. Teoretyczny okręg elektryfikacyjny

a) Sieć 110/15 kV. Okręg składa się z 4 podokręgów. Powierzchnia okręgu 8 800 km²
b) Sieć 110/30 kV lub 110/30/6 kV. Okręg składa się z 2 podokręgów. Powierzchnia okręgu 12 000 km²

i 110/30/6/0,4 kV z automatyczną regulacją napięcia pod obciążeniem w punktach A, B, C oraz 110/30/6/0,4 kV bez regulacji napięcia.

Przekroje linii liczono w założeniu gospodarczej gęstości prądu lub gęstości bliskiej gospodarczej. Największy spadek napięcia od podstacji 110-kilowoltowej do transformatora 30/0,4 kV lub 15/0,4 kV lub 6/0,4 kV liczono 12% z wyjątkiem alternatywy 110/30/6/0,4 z regulacją, gdzie dzięki zastosowaniu automatycznej regulacji napięcia na podstacjach 30/6 kV, dopuszczono spadki większe do 18%. Wielkości spożycia energii przyjmowano w miastach A od 250 do 1 000 kWh na 1 mieszkańca i rok, w miastach B i C od 150 do 600 kWh na 1 mieszkańca i rok, we wsiach od 0 do 4 000 kWh/1 km² powierzchni okręgu i rok. Koszty przeliczono dla kilku punktów, przy czym przyjęto, że w okresie czasu, w którym spożycie w miastach A, B, C dojdzie do górnych wielkości zużycia, we wsiach osiągnie również górną granicę 4 000 kWh/km² i rok. W przeliczeniu na jednostkę powierzchni okręgu zużycie energii przy tych założeniach wzrasta od 4 000 kWh/km² i rok w okresie początkowym do 20 000 kWh/km² i rok w okresie końcowym.

Zużycie energii przewidywane za lat 20 będzie wynosiło około 10 000 kWh/km² i rok.

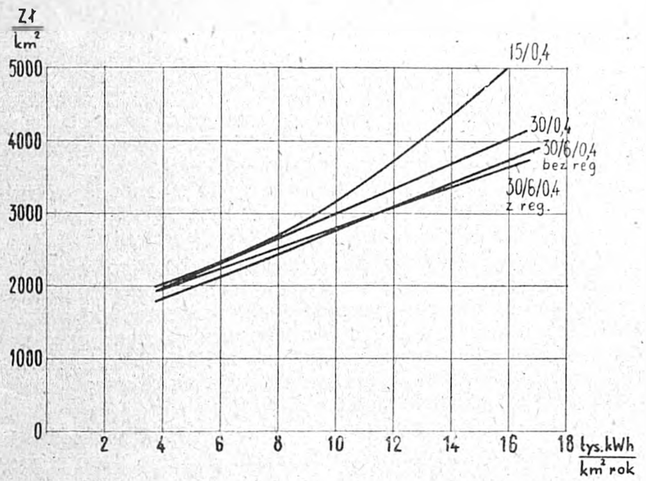
Następnie dla każdej alternatywy sporządzono kosztorysy inwestycyjne sieci 110-kilowoltowej z podstacjami i trasformatorami, sieci zasilającej i rozdzielczej opierając się na cenach z r. 1938 oraz obliczono straty energii. Wreszcie obliczono całkowity koszt sieci przyjmując wielkości gospodarcze takie, jak w obliczeniach teoretycznych (rozdz. 6). Wyniki zestawiono w krzywych na rys. 13—18.

Ceny przyjęto według posiadanych danych z r. 1938, przy czym wobec obawy, że źle dobrane ceny mogą całkowicie zniekształcić wyniki, przeliczono wszystkie alternatywy dla innych cen, opartych na innych źródłach. Okazało się, że charakter krzywych pozostał taki sam, chociaż wielkości cyfrowe otrzymano inne.

W alternatywie 30/6/0,4 kV z regulacją, koszt regulacji przyjęto w wysokości 30% kosztów transformatorów o przekładni 30/6 kV. Koszt regulacji może być w rzeczywistości wyższy. Jednak pozostanie to bez wpływu na wyniki, ponieważ cały koszt transformatorów 30/6 kV wynosi zaledwie 6—8% ogólnych kosztów.

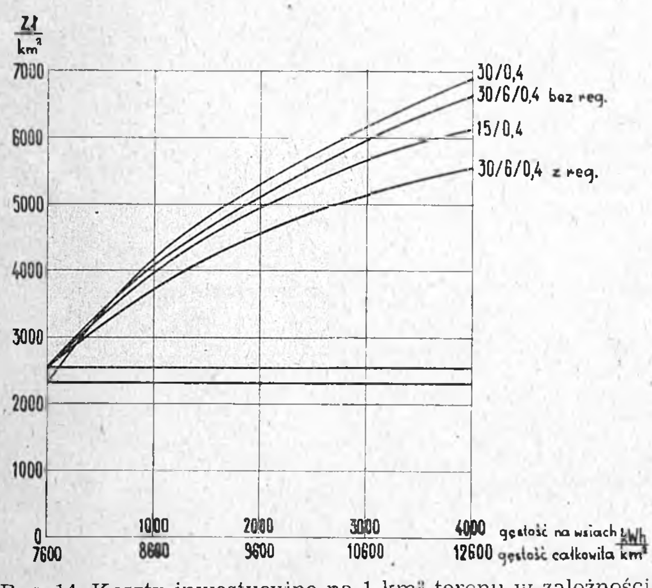
Model sieci został ustalony w oparciu o wyniki obliczeń teoretycznych otrzymanych w rozdz. 4. Starano się mianowicie zebrać możliwie duże moce dla podstacji 110 kV. Zatrzymano się na promieniu zasięgu dla 15 kV

równym 30 km, dla 30 kV — 50 km. Są to, jak wynika z rys. 6, zasięgi leżące na granicy wielkości mocy podstacji 110 kV przy gęstościach powierzchniowych rzędu 10 000 kWh/km² na rok. Trzeba podkreślić, że moce podstacji odpowiadające tym zasięgom i wynoszące około 11 MW dla 15 kV i około 20 MW dla 30 kV są mocami teoretycznymi, to znaczy mocami, które dadzą się zebrać, jeżeli podstacja leży w środku koła o danym zasięgu, zasilając całą powierzchnię koła. W rzeczywistości teren zasilany przez podstację 110-kilowoltową będzie miał kształt dość daleki od kołowego wskutek wpływu ukształtowania terenu.



Rys. 13. Koszty inwestycyjne na 1 km² terenu w zależności od gęstości spożycia na 1 km² przy elektryfikowaniu samych miast

Wielkie połacie lasów lub terenów słabo zaludnionych, deformacje wywołane wielkimi rzekami spowodują zmniejszenie zasilanego terenu przez skrócenie linii zasilających biegnących w pewnym kierunku, a nadmierne wydłużenie innych w kierunkach pozostałych. Stąd nie wszystkie linie wychodzące z podstacji będą wykorzystane w tak wysokim stopniu jak przy założeniu idealnego koła, a w rezultacie moc, jaką będzie można skupić w podstacji 110 kV, będzie mniejsza niż teoretyczna.



Rys. 14. Koszty inwestycyjne na 1 km² terenu w zależności od gęstości spożycia na 1 km² przy gęstości dla miast stałej (G_m = 7 600 kWh/km² . rok) i gęstości dla wsi od 0 do 4 000 kWh/km² . rok

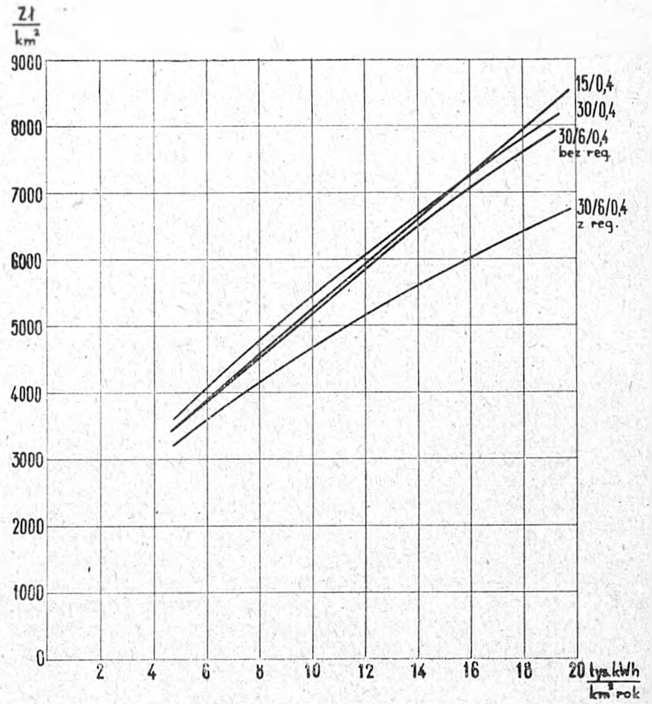
Przy przyjętych zasięgach linii wychodzących z punktów A, dzieląc teren na koła zasilane z punktów B, powstały modele podokręgów dla 15 i 30 kV. Odległości między miastami A, B, C wypadły równe 20 km, co zgadza się ze średnimi odległościami miast w dużej części kraju. Dzięki temu model sieci jest bliski rzeczywistości, a wyniki obliczeń mogą być uważane za słuszne dla warunków polskich.

Zmiana odległości między punktami A , B, C, które w rzeczywistości będą odbiegały od przeciętnej równej 20 km spowoduje zmniejszenie okręgów lub powiększenie przekrojów linii zasilających. Jedno i drugie odbije się w jednakowym stopniu na sieciach napięcia 15 kV i 30 kV. Wyniki stosunkowe obliczeń pozostaną bez zmian.

Aby obliczyć krzywe rys. 13 założono, że elektryfikuje się same miasta bez wsi. Zatem różne gęstości dotyczą miast, podczas gdy gęstości wsi równe są zeru. Z krzywych wynika, że wtedy koszty inwestycyjne sieci zasilającej miasta wzrastają najszybciej przy 15 kV, przy czym przy większych gęstościach koszty tej sieci coraz dalej odbiegają od kosztów sieci o napięciach 30/0,4 kV i 30/6/0,4 kV.

Następnie dla uzyskania poglądu na wzrost kosztów przy prowadzeniu intensywnej rozbudowy sieci wiejskiej obliczono koszty całkowite dla stałej gęstości miast i gęstości wsi wzrastającej od 0 do 4 000 kWh/km² i rok.

Koszty sieci wiejskich (rys. 14) są wtedy najniższe dla 30/6/0,4 kV z regulacją napięcia, najwyższe dla 30/0,4 kV. Jest to zrozumiałe, ponieważ wskutek wielkiej liczby linii wiejskich ich wpływ na ogólne koszty jest decydujący. A więc przy drogich liniach 30 kV koszty muszą być najwyższe, a przy tanich liniach 6 kV — najniższe.



Rys. 15. Koszty inwestycyjne na 1 km² terenu w zależności od gęstości spożycia na 1 km² przy wzroście jej dla miast od 4 000 do 15 000 kWh/km² . rok i jednoczesnym wzroście jej dla wsi od 1 000 do 4 000 kWh/km² . rok

Rys. 15 przedstawia krzywe obliczone dla wzrastającej gęstości spożycia w miastach od 4 000 do 15 000 kWh/km² i rok i wzrastającej gęstości spożycia we wsiach od 0 do 4 000 kWh/km² i rok. Całkowita zatem gęstość wzrasta od 4 000 do 19 000 kWh/km² i rok.

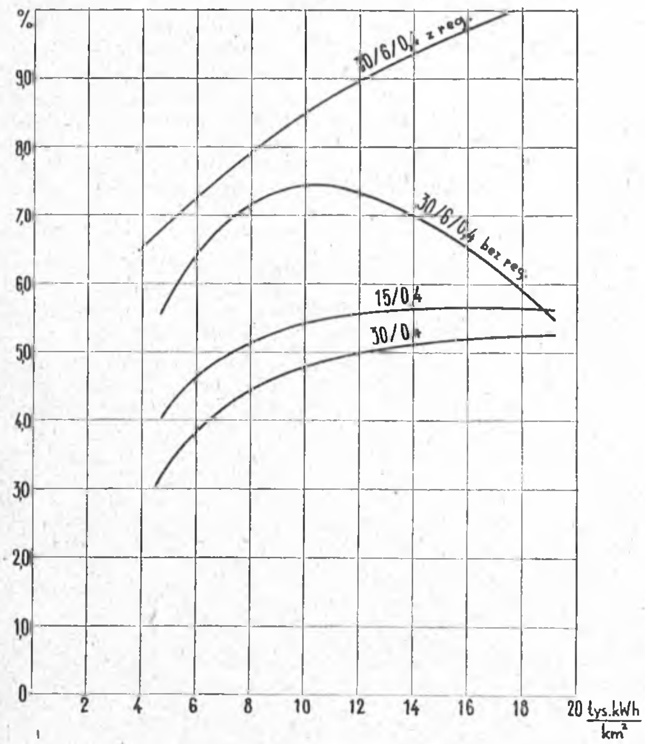
Koszty inwestycyjne dla trzech alternatyw są praktycznie jednakowe. Odbiega od nich bardzo wyraźnie krzywa dla 30/6/0.4 kV z regulacją na skutek większych spadków napięć dochodzących do 18%, które można dopuścić dzięki zastosowaniu regulacji.

Straty w sieci (rys. 16) przebiegają inaczej niż koszty inwestycyjne; dla trzech alternatyw rosną wraz z wzrostem obciążeń; dla 30/6/0,4 kV bez regulacji początkowo rosną, by od pewnego punktu spadać.

Koszty sieci, to jest suma kosztów stałych, kosztów mocy straconej i kosztów energii straconej (rys. 17) mają przebieg podobny do kosztów inwestycyjnych. Wpływ bowiem strat jest nieznaczny i nie zdołają one zmienić układu krzywych kosztów inwestycyjnych. Zgadza się

ten wynik z przewidywaniami teoretycznymi rys. 9, z którego wynika, że koszty zmienne są znacznie mniejsze od kosztów stałych.

W kosztorysach opracowanych dla różnych gęstości spożycia dzielono koszty inwestycyjne na trzy działy:



Rys. 16. Straty w sieci w zależności od gęstości spożycia na 1 km² terenu przy wzroście jej dla miast od 4 000 do 15 000 kWh/km². rok i jednoczesnym wzroście jej dla wsi od 1 000 do 4 000 kWh/km². rok

koszt sieci przesyłowej (110 kV), koszt sieci zasilającej (15 lub 30 kV), koszt sieci rozdzielczej. Na rys. 18a i 18b przedstawiono procentowy udział kosztów każdego z tych działów w przypadku sieci rozdzielczych na 15 lub 30 kV.

Koszt sieci 110-kilowoltowej dla wszystkich gęstości spożycia jest wyższy przy napięciu sieci rozdzielczej 15 kV (rys. 18 a). Zwłaszcza rażąco wysoki jest udział tych kosztów w okresie słabej elektryfikacji i przekracza 40%, podczas gdy przy 30 kV nie osiąga 30% całkowitych kosztów inwestycyjnych. Wskutek tego przy napięciu 15 kV koszty sieci 110 kV silnie obciążają budżet elektryfikacji w początkowym okresie.

Poza tym przy 15 kV sieć przesyłowa na 110 kV będzie przez długi okres czasu pracowała z bardzo małym wykorzystaniem.

Zgodnie z wynikami obliczeń w rozdz. 5 gospodarcze gęstości prądu w liniach powinny być duże, co znowu ze względu na konieczność stosowania wtedy stosunkowo dużych przekrojów nie jest możliwe.

W rezultacie przy 15 kV sieć 110-kilowoltowa będzie przez długi okres czasu czynnikiem podwyższającym cenę energii. Przy 30 kV udział kosztów sieci 110-kilowoltowej jest niższy. Poza tym sieć ta może być rozbudowana później dzięki większemu zasięgowi 30 kV, a pełne wykorzystanie może być w krótszym czasie osiągnięte.

Rys. 18 b przedstawia udział kosztów sieci zasilającej i sieci wiejskiej. Koszty sieci wiejskiej są zawsze wyższe przy 15 kV niż przy 30 kV (6 kV). W krótkim czasie koszt sieci wiejskiej osiąga 30% całych kosztów elektryfikacji. Później wzrost jest powolniejszy, stale jednak rośnie osiągając 50% przy 4 000 kWh/km² i rok. Daje to pojęcie, jak wielkim obciążeniem dla elektryfikacji jest elektryfikacja wsi i jak oszczędnie powinniśmy budować sieci wiejskie.

8. Wnioski.

A. Przebieg krzywej całkowitych kosztów sieci (rys. 9) w okolicy 15 i 30 kV jest bardzo płaski, to też oba te napięcia, są w rozpatrywanych granicach G prawie równorzędne. Potwierdzają to również obliczenia przeprowadzone na modelu sieci, gdzie koszty sieci o napięciach 30/0,4 kV i 15/0,4 kV są praktycznie takie same, rys. 17. Odbiega od nich jedynie koszt sieci 30/6/0,4 kV z regulacją, gdzie dzięki wprowadzeniu trzeciego napięcia i większego wykorzystania materiału przewodów koszty są niższe.

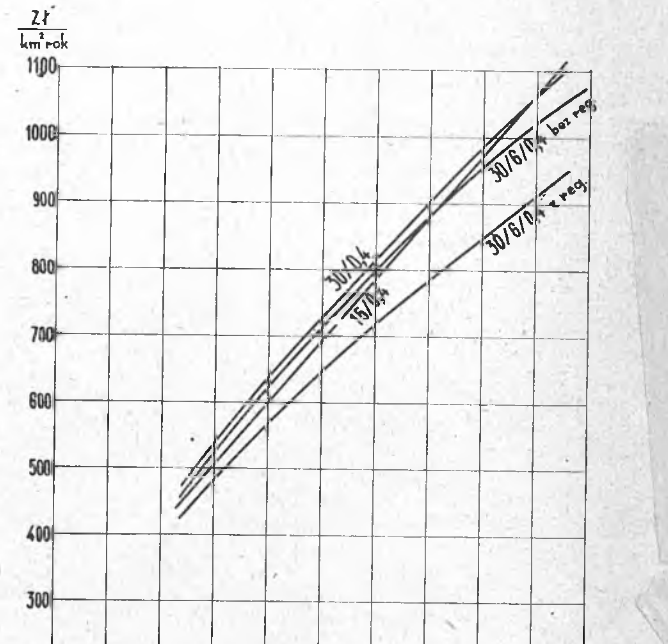
B. Zarówno rys. 9 jak i 10 wskazują na niewykorzystanie materiału przewodowego, nawet przy minimalnym przekroju Cu 16 mm².

C. Wzgląd na stopniowe narastanie obciążeń każe raczej stosować napięcie niższe przy większych wartościach n.

D. Decyzja stosowania jako napięcia wyższego rzędu tylko 110 kV (likwidacja napięć 40, 50 i 60 kV) zwiększa liczbę argumentów za stosowaniem jako napięcia sieci rozdzielczej 30 kV względnie 30/6 kV. Ze względu bowiem na koszty sieci 110 kV duże w okresie początkowym elektryfikacji (rys. 18) oraz małą moc jaką można zebrać w terenie dla podstacji 110/15 kV, sieć 15 kV może się opłacać tylko w wyjątkowych wypadkach.

E. Napięcie 15 kV w połączeniu z napięciem wysokim 60 kV byłoby na najbliższych 20 lat najkorzystniejszym rozwiązaniem dla sieci okręgowych, zarówno pod względem technicznym jak i gospodarczym. Zatem w okręgach, w których napięcie 60 kV lub zbliżone do niego napięcia 50 i 40 kV istnieją, należałoby je na dłuższy jeszcze okres czasu pozostawić.

F. Wybór napięcia 30 kV dla sieci rozdzielczej pozwala na zasilanie w okresie początkowym słabego zapotrzebowania energii — znacznych obszarów bez użycia napięć wyższego rzędu.

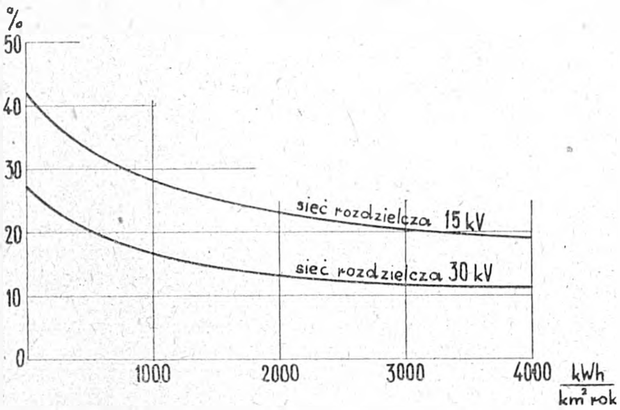


Rys. 17. Całkowite koszty sieci $(K_{st} + K_{el} + K_{str})$ w zależności od gęstości spożycia

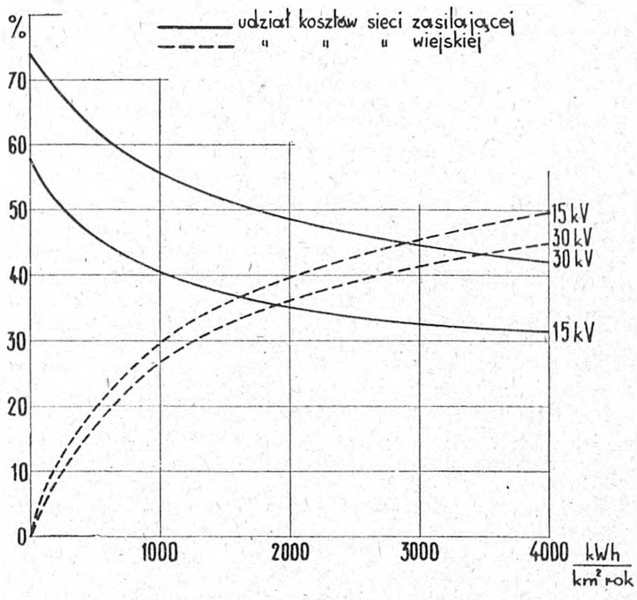
G. Celem obniżenia kosztów inwestycyjnych należy linie główne budować na 30 kV, linie wiejskie na 6 kV.

H. Ponieważ koszt sieci wiejskich stanowi bardzo dużą pozycję w ogólnych kosztach elektryfikacji, należy dążyć do obniżenia ich kosztów budowy wszelkimi środkami. Należałoby zrewidować przepisy dla tych linii pod kątem widzenia obniżenia kosztów.

I. Przed przystąpieniem do rozbudowy sieci wiejskich w okręgach należałoby sprawdzić, czy napięcia istniejące w okręgu są najkorzystniejsze gospodarczo. Pod uwagę trzeba przy tym brać całość kosztów elektryfikacji okręgu, to znaczy cały koszt sieci 110 kV, sieci zasilającej i rozdzielczej. Poza tym muszą być uwzględnione w rozważaniach potrzeby odbiorców wielkich oraz potrzeby kolei. Może się bowiem zdarzyć, że wpływ tych odbiorców na rozmieszczenie punktów 110 kV narzuci z góry stosowanie pewnych napięć lub uniemożliwi stosowanie napięcia dogodniejszego. Jeżeli na terenie okręgu są wielcy odbiorcy, którzy mogą korzystać z napięcia 15 kV — przesądzi to prawdopodobnie napięcie okręgowe na korzyść 15 kV; jeżeli natomiast będą odbiorcy, jak np. kolej, dla których napięcie 15 kV jest zdecydowanie za niskie — wtedy dla całego okręgu będzie prawdopodobnie korzystniejsze napięcie 30 kV.



Rys. 18a



Rys. 18b

Rys. 18 a i 18 b. Procentowy udział w kosztach elektryfikacji kosztów inwestycyjnych sieci przesyłowej na 110 kV (rys. 18 a) oraz sieci zasilającej i sieci rozdzielczej (rys. 18 b) w zależności od gęstości spożycia na wsi przy stałej gęstości w miastach (G_m = 7 600 kWh/km². rok) dla napięć rozdzielczych 15 i 30 kV

K. Poza względami czysto gospodarczymi wpływ na wybór napięcia będą miały również czynniki materiałowe. Wszystkie wyprowadzone wnioski są ważne dla miedzi jako materiału przewodowego. Przy tym założeniu napięcie 30 kV (30/6) wydaje się mieć przewagę nad 15 kV. Wyniki obliczeń będą inne, jeżeli uwzględnimy stosowanie żelaza lub aluminium. Szczególnie żelazo jako materiał o przewodności znacznie niższej niż miedź, może radykalnie zmienić wyniki. W wypadku miedzi napięcie 6 kV wystarcza, przy zastosowaniu regulacji automatycznej w punktach 30/6 kV. do zasilania sieci przy największych nawet gęstościach spożycia wiejskiego i przekrojach 16 lub na niewielkich odcinkach 25 mm². Jednak przy tych założeniach wyczerpany zostaje cały dopuszczalny spadek napięcia. W takiej sieci zastosowanie żelaza prowadziłoby do powiększenia przekrojów do 50 lub 70 mm², a więc do linii ciężkich, których koszt prawdopodobnie przekroczyłby koszt linii wyższego napięcia.

Przy napięciu 15 kV spadek napięcia w sieciach wiejskich przy przewodach miedzianych 16 mm² nie ma znaczenia (poniżej 1%). Zamiana przeto miedzi na żelazo jest tu możliwa bez wzrostu przekrojów i bez obawy zmniejszenia zasięgu poniżej potrzebnego, narzuconego konfiguracją terenu. Jeżeli więc, ze względów ogólnopaństwowych, byłoby konieczne stosowanie żelaza na linie rozdzielcze, wtedy rozważyćby należało zastosowanie wyższego napięcia niż 6 kV. Mamy na myśli 10 kV lub 15 kV, z tym, że jako sieć okręgową, umożliwiającą zebranie dla podstacji 110 kV dostatecznie dużych mocy byłaby zastosowana sieć 30 kV.

Zagadnienia te powinny być zbadane przed powzięciem ostatecznej decyzji.

INŻ. ZYGMUNT GOGOLEWSKI
i INŻ. KAROL MORSZTYN

Plan rozwoju przemysłu maszyn elektrycznych

Treść. Autorzy wskazują na niezadawalające strony polskiego przedwojennego przemysłu elektro-maszynowego i wysuwają podstawowe założenia planu technicznego, który powinien zmierzać do poważnej rozbudowy przemysłu: 1. przez rozszerzenie zakresu produkcji na maszyny typu największego i najmniejszego, 2. przez wzbogacenie listy odmian konstrukcyjnych, ujętych jednak w ramy prawidłowej normalizacji, 3. przez wprowadzenie specjalizacji fabryk, 4. przez wprowadzenie nowoczesnych procesów fabrykacyjnych, 5. przez dostarczenie przemysłowi surowców, odpowiadających dzisiejszemu postępowi w dziedzinie ich wytwarzania.

План развития электрической машиностроительной промышленности. Авторы указывают на неудовлетворительное состояние в довоенное время этой отрасли польской промышленности и выдвигают основы технического плана, имеющего целью ее серьезное развитие путем следующих мероприятий: 1) включение в программу производства очень крупных и очень мелких типов машин, 2) расширение списка конструктивных разновидностей, ограниченного однако предписаниями рациональной стандартизации, 3) введение специализации заводов, 4) применение современных производственных процессов, 5) предоставление промышленности сырых материалов, соответствующих современному прогрессу в области их производства.

Plan of Development of the Electrical Machinery Industry. The authors refer to the unsatisfactory features of the Polish pre-war electrical machinery industry and suggest fundamental principles of a technical plan which should provide for potential development of this industry: 1) by extending the scope of manufacture to both largest and smallest units; 2) by amplifying the list of constructional types, within limits of rational standards; 3) by introducing specialisation of individual Works; 4) by adopting modern manufacturing methods; 5) by providing the industry with raw materials, consistent with modern practice in their manufacture.

Plan du développment de l'indutsrie des machines électriques. Les auteurs démontrent les côtés peu satisfaisants de l'industrie des machines électriques en Pologne avant la guerre et avancent les principes fondamentaux du plan technique qui devra mener à un développement considérable de cette industrie: 1) par l'élargissement de la production, y comprenant aussi les types les plus grands et les plus petits, 2) par l'enrichissement de la liste des variétés de construction, comprises toutefois dans les cadres de la standartisation correcte, 3) par l'introduction de la spécialisation des usines, 4) par l' introduction de procédés modernes de fabrication, 5) par la livraison à l'industrie de matières premières répondant au progrès actuel dans le domaine de leur production.

I. Uwagi ogólne.

Istnienie i rozwój każdej gałęzi przemysłu w ramach gospodarki danego kraju zależą od bardzo licznych i skomplikowanych czynników natury ekonomicznej i surowcowej. Niewątpliwie znane są przykłady, kiedy nawet w braku istnienia tych przyrodzonych warunków powstały i utrzymywały się przy życiu różne przemysły potrzebne do celów ogólnopaństwowych. Nie mniej jednak w przy-

padku przemysłu elektromaszynowego należy z naciskiem podkreślić, że te obiektywne warunki rozwoju, przede wszystkim surowcowe i ekonomiczne, w Polsce istnieją, a zatem wszystkie poczynania naszej państwowości zmierzające do rozkwitu tego przemysłu są nie tylko aktem świadomej woli państwa, lecz naturalną konsekwencją naszych warunków ekonomicznych.

Ale rozwój każdej gałęzi przemysłu zależy nie tylko od warunków surowcowych i ekonomicznych, lecz i od stopnia uprzemysłowienia kraju, jak również od poziomu kultury technicznej warstw pracujących w przemyśle. Im bardziej dana gałąź wytwórczości musi opierać się na różnorodnych i wysokogatunkowych surowcach i półfabrykatach, im bardziej potrzebuje wykwalifikowanego personelu technicznego i wykonawczego, tym wyższego stopnia uprzemysłowienia kraju potrzeba na to, aby dana gałąź przemysłu mogła osiągnąć pomyślny rozwój.

W przemyśle metalowym taką specjalnością, stanowiącą techniczne ukoronowanie przemysłu hutniczego, maszynowego, chemicznego i elektrotechnicznego jest przemysł samochodowy. W przemyśle elektrotechnicznym specjalnością, która wymaga oparcia materiałowego o największą liczbę przemysłów przetwórczych, jest przemysł maszyn elektrycznych. Możnaby z tego wyciągnąć błędny wniosek, że przemysł ten chronologicznie winien przystąpić do rozbudowy i wyjść na rynek dopiero w drugiej kolejności poza innymi przemysłami, wymagającymi mniejszego asortymentu materiałowego i mniej kwalifikowanych pracowników. Doświadczenie jednak pierwszych lat samodzielnego bytu państwowego w nowych ramach demokratycznej Polski ludowej potwierdziło, że bez silnego przemysłu elektromaszynowego nie może być mowy o szybkiej przebudowie gospodarczej kraju, o rozwoju przemysłu, transportu i rolnictwa. Nie ulega przecież żadnej wątpliwości fakt, że realizacja olbrzymich planów uprzemysłowienia kraju uwarunkowana jest przede wszystkim posiadaniem dostatecznej liczby maszyn elektrycznych, służących do wytwarzania energii elektrycznej, jak również do jej przetwarzania u odbiorcy. Postawiło to przed przemysłem elektromaszynowym olbrzymie zadanie szybkiego uruchomienia produkcji, a następnie zwiększenia jej celem dostosowania do coraz bardziej rosnących potrzeb naszej gospodarki narodowej, zarówno co do ilości jak i asortymentu.

Wykonanie tego zadania jest możliwe tylko na drodze wypracowania długodystansowego planu technicznego przebudowy i rozbudowy przemysłu maszyn elektrycznych i mobilizacji wszystkich sił dla jego realizacji. Podstawą zaś do opracowania planu technicznego winna być szczegółowa analiza linii rozwojowych tego przemysłu w okresie przeszłym jak i teraźniejszym. Plan techniczny winien stworzyć podstawy do takich zmian strukturalnych, które wywołają znaczny wzrost ilościowy i jakościowy produkcji i pozwolą na szybkie osiągnięcie stanu równowagi pomiędzy produkcją a zapotrzebowaniem.

II. Przedwojenny stan przemysłu elektromaszynowego.

Zasadniczą cechą przemysłu maszyn elektrycznych w Polsce przedwojennej była jego fragmentaryczność. Polegała ona na tym, że przemysł ten zakresem swoim obejmował tylko środkową część ogromnego wachlarza produkcji maszyn elektrycznych.

Jedną z głównych przyczyn takiego stanu rzeczy było to, że obcy kapitał, któremu podporządkowany był w znacznej części przemysł maszyn elektrycznych w Polsce, nie był zainteresowany w znacznych wkładach kapitałowych, któreby pozwoliły na zbudowanie i wyposażenie fabryk zdolnych do produkcji dużych i największych jednostek silnikowych i generatorowych. Penetracja obcego kapitału w okresie przedwojennym wyrażała się głównie w formie dostaw towarowych i dlatego jest rzeczą zrozumiałą, że kapitał ten był raczej zainteresowany w dostawach do Polski gotowych maszyn elektrycznych i urządzeń, niż w rozwijaniu u nas samodzielnego przemysłu elektro-maszynowego.

Nie wymaga również bliższych wyjaśnień fakt, że nieliczne fabryki o kapitale krajowym powiązane zresztą ściśle umowami koncernowymi z kapitałem zagranicznym nie wyłamywały się z ogólnego poziomu i nie miały warunków do stworzenia w Polsce ośrodka produkcji, obejmującego swym zakresem całokształt produkcji maszyn elektrycznych do turbogeneratorów włącznie.

Fragmentaryczność przemysłu maszyn elektrycznych polegała również na tym, że nie dysponował on kompletną dokumentacją techniczną nawet w zakresie produkowanych przezeń maszyn i był zależny pod tym względem od ośrodków myśli technicznej znajdujących się za granicą i niechętnie patrzących na wszelkie próby naszego usamodzielnienia się. Nie stwarzało to, oczywiście, odpowiedniego klimatu do szybkiego rozwoju samodzielnej myśli technicznej w fabrykach, a raczej przyzwyczajało do automatycznego korzystania z gotowych formuł i wzorów.

Drugą cechą charakteryzującą fabryki maszyn elektrycznych w Polsce była ich „uniwersalność". Fabryki te nie miały ściśle sprecyzowanego profilu produkcyjnego i przystosowanych do niego urządzeń, ale w pogoni za obrotem i zyskiem zależnie od koniunktury gospodarczej przerzucały się z jednej produkcji na drugą. Pociągało to za sobą uniwersalność wyposażenia maszynowego oraz pewną prymitywność metod produkcyjnych i utrudniało wykrystalizowanie się ośrodków przystosowanych do nowoczesnej produkcji maszyn elektrycznych w większych lub mniejszych seriach.

Dalszym skutkiem tej uniwersalności fabryk maszyn elektrycznych była wadliwa struktura produkcyjna, polegająca na tym, że fabryki te miały właściwie charakter dużych warsztatów, przystosowanych do równoczesnej produkcji „wszystkiego", co można nazwać maszyną elektryczną w granicach od kilku kilogramów do kilku ton. Nic dziwnego, że w tych warunkach trudno było mówić o jakiejś nowoczesnej technologii produkcji, a wszelkie usprawnienia mogły dotyczyć tylko fragmentów, nie zmieniając obrazu całości. Uniwersalność programów produkcyjnych i warsztatowe, a nie wielko-fabryczne metody pracy powodowały również to, że dokumentacja technologiczna dotycząca poszczególnych procesów produkcyjnych była opracowywana wycinkowo i niekompletnie, co zmuszało do zatrudniania wysokokwalifikowanej siły roboczej, a w braku jej hamowało rozwój fabryk.

Następną cechą przemysłu maszyn elektrycznych w okresie przedwojennym była jego znaczna zależność od dostaw z zagranicy w dziedzinie podstawowych surowców i półfabrykatów, zwłaszcza w dziedzinie materiałów izolacyjnych. Brak samodzielnej bazy produkcyjnej w tej dziedzinie usuwał spod kompetencji polskich inżynierów i techników jeden z tak poważnych czynników, jakim jest izolacja w maszynie elektrycznej. Niewątpliwie wpływało to w znacznym stopniu hamująco na samodzielne i twórcze podejście do problemów związanych z obliczaniem i konstruowaniem maszyn elektrycznych.

Mimo jednak wszystkich wymienionych trudności przemysł maszyn elektrycznych w Polsce przedwojennej dzięki ofiarnej pracy polskich inżynierów i techników odznaczał się dużym dynamizmem rozwoju, znacznie wyprzedzając co do tempa wzrostu produkcji przemysł metalowy, przy czym jakość wyrobów była na ogół bardzo wysoka i w niczym nie ustępowała najlepszym wzorom zagranicznym.

III. Punkt wyjściowy i podstawowe założenia planu technicznego rozbudowy przemysłu maszyn elektrycznych.

Wojna wyrządziła fabrykom maszyn elektrycznych stosunkowo mniejsze szkody niż innym gałęziom przemysłu elektrotechnicznego, nie mniej jednak bardzo istotne. Zupełnemu zniszczeniu uległy trzy fabryki: P. T. E., Skoda i Stocznia Gdańska, poza tym wyposażenie maszynowe pozostałych fabryk zostało poważnie zdekompletowane. Na Ziemiach Odzyskanych nie uzyskaliśmy natomiast żadnej wytwórni maszyn elektrycznych. W chwili wyzwolenia upaństwowiony przemysł budowy maszyn elektrycznych został włączony jako jedno z podstawowych ogniw do ogólnego planu przebudowy i uprzemysłowienia naszego kraju. Branżowa organizacja naszego przemysłu pozwoliła skupić wszystkie fabryki pod jednolitym kierownictwem technicznym, co w znacznej części ułatwiło trudny start po wyzwoleniu i pozwoliło od samego początku przystąpić do prac wstępnych, mających na celu gruntowną rekonstrukcję przemysłu i przystosowanie go do potrzeb naszej rzeczywistości gospodarczej.

Fundamentem, na którym zostały oparte plany generalnej rekonstrukcji i rozbudowy, był 3-letni plan inwestycyjny, traktowany od początku jako pewien zamknięty fragment długodystansowego planu inwestycyjnego. Za-

sadniczą tezą planu trzyletniego było założenie podstaw pod taki rozwój przemysłu, któryby pozwolił po okresie siedmiu do dziesięciu lat na całkowite pokrycie potrzeb krajowych w dziale maszyn elektrycznych zarówno co do ilości, jak i asortymentu.

1) Rozszerzenie zakresu produkcji na maszyny największe i najmniejsze

Podstawą do rozszerzenia wachlarza naszej produkcji w górę na maszyny duże i największe do turbogeneratorów włącznie było rozpoczęcie budowy Fabryki Wielkich Maszyn Elektrycznych M-10 we Wrocławiu. Fabryka ta o powierzchni produkcyjnej około 30 000 m^2 będzie fabryką ciężkich maszyn elektrycznych, a więc silników wyciągowych i walcowniczych, dużych prądnic wolnobieżnych, silników trakcyjnych, kolejowych itp. Poza tym fabryka obejmie produkcję turbogeneratorów do 50 MW. Ściśle określić program tej fabryki jest dziś trudno. Można tylko stwierdzić, że w miarę rozwoju fabryki będzie on rósł w górę w kierunku maszyn coraz to większych i wszerz, obejmując różne maszyny specjalne, niezbędne dla naszego ciężkiego przemysłu. Fabryka ta posiada kapitalne znaczenie, gdyż usamodzielnia nas w dziale produkcji dużych jednostek generatorowych i silnikowych i tym samym stwarza realną bazę dalszej rozbudowy takich kluczowych gałęzi przemysłu, jak przemysł węglowy, hutniczy, energetyka itp.

W planie trzyletnim zostały również założone podstawy do rozszerzenia zakresu naszej produkcji w dół na bardzo dotąd po macoszemu traktowany zakres produkcji silników małych i karzełkowych w najrozmaitszych wykonaniach i modyfikacjach: prądu stałego, trójfazowych, jednofazowych, komutatorowych, repulsyjnych itp. Fabryką, która obejmie ten zakres produkcji, jest Fabryka Elektrotechniki Samochodowej, Narzędzi i Małych Maszyn M-9 w Świdnicy. Należy z naciskiem podkreślić ogromne znaczenie tego działu produkcji, uzasadnione coraz powszechniejszym stosowaniem małych maszyn elektrycznych w najważniejszych gałęziach przemysłu, rolnictwa, a nawet w urządzeniach domowego użytku.

Z ważniejszych zastosowań małych maszyn elektrycznych wymienić należy:

a) narzędzia elektryczne, jak młotki elektryczne, wiertarki elektryczne, szlifierki elektryczne itp.;

b) urządzenia elektryczne do obsługi i kierowania na odległość napędami zautomatyzowanymi lub półautomatycznymi;

c) napędy elektryczne w aparatach specjalnych, jak np. narzędzia medyczne, aparatura kinowa, aparatura radiowa itp.;

d) urządzenia domowego użytku, jak lodówki elektryczne, odkurzacze, wentylatory itp.

Różnorodność zastosowania małych silników jest olbrzymia, a w miarę rozwoju mechanizacji i automatyzacji poszczególnych gałęzi przemysłu i podnoszenia się stopy życiowej należy oczekiwać znacznego zapotrzebowania tych silników. Ta linia rozwojowa przemysłu elektromaszynowego w kierunku pionowym w górę i w dół, zapoczątkowana w planie trzyletnim, musi być z całą energią kontynuowana i w dalszych okresach planowania długodystansowego.

2) Rozszerzenie zakresu produkcji przez rozwinięcie modyfikacji konstrukcyjnych

Konieczność ograniczania liczby typów w latach ubiegłych dla ułatwienia startu powojennego ustępować będzie stopniowo coraz większemu rozszerzaniu produkcji maszyn elektrycznych przez rozwinięcie różnego rodzaju modyfikacji konstrukcyjnych. Ta stopniowa reforma programu technicznego jest zagadnieniem z punktu widzenia gospodarki narodowej niezwykle ważnym, gdyż ułatwi wybór silnika przystosowanego do wymaganych warunków pracy, co prócz prostoty i celowości konstrukcyjnej maszyn napędzanych i zalet eksploatacyjnych daje również duże oszczędności dla użytkownika. Prawidłowe rozwiązanie tego zagadnienia jest przy tym możliwe tylko na podstawie szeroko zakrojonej akcji normalizacji i unifikacji poszczególnych elementów i części maszyn elektrycznych. Przy tym założeniu rozszerzenie nomenklatury nie tylko nie zmniejszy wydajności fabryk, ale stworzy nawet dodatkowe możliwości podniesienia produkcji przez zwiększenie powtarzalności poszczególnych części maszyn elektrycznych. Zagadnienie to winno znaleźć w ciągu najbliższych lat swoje pozytywne rozwiązanie, uwzględniające postulaty zarówno producenta jak i odbiorcy.

3) Specjalizacja fabryk jako wstępny warunek znacznego wzrostu produkcji

Plan techniczny przemysłu maszyn elektrycznych przewiduje daleko idącą specjalizację poszczególnych fabryk, co uprości znacznie ich strukturę produkcyjną i stworzy warunki do unowocześnienia technologii wykonania. Nasza koncepcja wyspecjalizowanej fabryki maszyn elektrycznych o wąskim programie produkcji odcina się wyraźnie od przestarzałej koncepcji olbrzymów o uniwersalnym programie produkcyjnym. Zaznaczyć należy przy tym, że uniwersalność programów produkcyjnych wielkich koncernów elektrotechnicznych za granicą nie jest bynajmniej uzasadniona jakąś głębszą myślą techniczną; wyrosła ona organicznie ze specyficznych warunków wielkokapitalistycznej konkurencji.

U nas punktem wyjściowym do przeprowadzenia specjalizacji fabryk będzie ścisłe rozgraniczenie i określenie ich programów produkcyjnych, możliwe tylko w dzisiejszych warunkach ustrojowych i przy założeniu działalności centralnych biur konstrukcyjnych i studiów. Plan tego rozdziału programów produkcyjnych będzie powiązany w organiczną całość z wytycznymi, dotyczącymi wzajemnej współpracy fabryk zarówno między sobą, jak również z fabrykami-poddostawcami z innych przemysłów. Pozwoli to na pozostawienie w fabrykach maszyn elektrycznych wąskiego zakresu zagadnień związanych bezpośrednio z produkcją maszyn elektrycznych, natomiast wszelkie poboczne procesy techniczne i związane z nimi problemy będą mogły być przerzucone do fabryk współpracujących z innych gałęzi przemysłu o odpowiedniej specjalizacji.

W dziale maszyn wirujących przewidujemy wyraźne wyodrębnienie trzech typów fabryk, a mianowicie:

a) Fabryki maszyn wirujących do 10 kW mocy. Będą to fabryki o produkcji masowej małych silników w wykonaniu normalnym, wyposażone w maszyny o ściśle specjalnym przeznaczeniu i o dużej przelotności.

b) Fabryki maszyn wirujących dla zakresu od 10—100 kW. Będą to fabryki o produkcji wielkoseryjnej. Stosownie do swego charakteru produkcji posiadać będą obok parku maszynowego o charakterze specjalnym również dużą liczbę maszyn uniwersalnych, przeznaczonych do obróbki silników większych, wykonywanych w stosunkowo krótkich seriach.

c) Fabryki maszyn wirujących dla zakresu ponad 100 kW. Będą to fabryki budujące maszyny w małych seriach wzgl. w wykonaniu indywidualnym. Fabryki takie będą zaopatrzone w maszyny w postaci prawie wyłącznie dużych jednostek o charakterze uniwersalnym. Maszyny specjalne będą miały zastosowanie jedynie do obróbki półfabrykatów i części wykonywanych w dużych seriach.

W dziale produkcji transformatorów przewidujemy wyodrębnienie jednej fabryki specjalnie do seryjnej produkcji małych transformatorów znormalizowanych, przeznaczonych głównie dla elektryfikacji wsi, i drugiej produkującej prócz transformatorów mocy wszelkie urządzenia transformatorowe do użytku przemysłowego, a więc do spawania, zgrzewania, pieców elektrycznych itp.

Zaznaczamy, że prace wstępne, związane ze specjalizacją fabryk i polegające na ścisłym określeniu ich programów produkcyjnych, były rozpoczęte już od pierwszej chwili po wyzwoleniu, gdy fabryki te znalazły się pod jednolitym kierownictwem technicznym. Dotychczasowe rezultaty mimo stosunkowo krótkiego okresu czasu od rozpoczęcia prac są jak najlepsze i dalsze kontynuowanie tych prac w wytkniętym kierunku pozwoli na ujawnienie znacznych rezerw wewnętrznych, sprzyjających wzrostowi produkcji i podniesieniu wydajności pracy.

4) Wprowadzenie nowoczesnej technologii we wszystkich etapach produkcji i mechanizacja procesów wytwórczych

Jednym z podstawowych ogniw planu technicznego przebudowy naszego przemysłu musi być unowocześnienie

technologii wytwarzania i przekształcenie jej z typowo warsztatowej na wielkofabryczną. Należy przyznać, że ten niezwykłej wagi problem był dotąd przeważnie niedoceniany i usuwany na drugi plan przez nadmierne finezje teoretyczne w sprawach związanych z konstrukcją względnie obliczaniem maszyn elektrycznych. Dużą winę ponoszą tu nasze politechniki, które kształciły przeważnie inżynierów konstruktorów i obliczeniowców, a nie technologów. W wyniku takiego stanu rzeczy technologia w warsztacie była na ogół domeną majstra sporadycznie tylko kontrolowanego przez personel z wyższym wykształceniem technicznym. Do dziś brak w naszych fabrykach szczegółowo opracowanej dokumentacji technologicznej pociąga za sobą niedoskonałość metod pracy i ich stosunkowo dużą dowolność, co z natury rzeczy utrudnia postęp w tej dziedzinie. Stąd staje się coraz bardziej palącą kwestia opracowania nowoczesnej technologii wytwarzania dla poszczególnych działów produkcyjnych i ujęcia jej w postaci ściśle opracowanej dokumentacji technicznej.

Zasadnicze wytyczne, na których opierać się winna nowoczesna technologia, są następujące: a) zastosowanie metod masowej produkcji systemem ciągłym; b) wykorzystanie mało-kwalifikowanej siły roboczej przy utrzymaniu jakości na jak najwyższym poziomie; c) całkowita lub częściowa mechanizacja wszystkich procesów produkcyjnych, wymagających znacznego nakładu pracy.

Podkreślamy, że specjalną wagę posiada zagadnienienie technologii w fabrykach o produkcji masowej, gdzie każda choćby drobna racjonalizacja daje znaczne efekty produkcyjne. Tempo postępu będzie uwarunkowane przede wszystkim możliwością uzupełnienia, przystosowania, wzgl. zmiany urządzeń i wyposażenia maszynowego w poszczególnych warsztatach produkcyjnych.

Przejrzyjmy ogólne wytyczne, dotyczące unowocześnienia technologii dla poszczególnych etapów produkcyjnych w dziale silników małych, w porządku systematycznym.

O d l e w n i a. Przewidujemy całkowite zastąpienie w fabrykach o produkcji masowej formowania ręcznego formowaniem maszynowym przy zastosowaniu metalowych modeli i skrzynek. Każda maszyna formierska powinna być wyposażona w odpowiednie urządzenia mechaniczne do ustawiania i zdejmowania form. Zdjęte z maszyny skrzynie formierskie po zmontowaniu winny być na ruchomym przenośniku dostarczane do miejsca zalewania. Przygotowanie ziemi formierskiej powinno być scentralizowane i zmechanizowane. Przygotowana ziemia formierska winna być dostarczana do zbiorników przy maszynach formierskich za pomocą odpowiednich przenośników. Taka organizacja pracy połączona z prostotą form konstrukcyjnych odlewu daje możność otrzymania dużej wydajności pracy i nie wymaga długoletniego szkolenia siły roboczej.

D z i a ł m e c h a n i c z n y. Dotychczasowy terytorialny podział parku maszynowego według oznak technologicznych obróbki, np. osobno tokarki, osobno szlifierki itp., należy uznać za przestarzały i błędny, gdyż znacznie zwiększa przebiegi poszczególnych półfabrykatów przez warsztaty. Podstawą ustawienia maszyn będą tzw. przedmiotowo-liniowe odcinki, których cechą jest wytwarzanie wyrobów określonej nomenklatury i wielkości od początku do końca. W ten sposób mają być stworzone linie obróbki wałków, kadłubów, tarcz itd. Wszystkie linie rozpoczynają się w miejscu dostawy surowców względnie materiałów wyjściowych do produkcji, a kończą się w magazynie półfabrykatów. Montaż powinien odbywać się z części dostarczonych na montownię z magazynu półfabrykatów. Dział mechaniczny powinien posiadać cały szereg maszyn specjalnych względnie przystosowanych, pozwalających na obróbkę takich części maszyny elektrycznej, jak kadłuby i tarcze z jednego zamocowania. Pozwoli to wykonywać dane części w mniej ścisłych klasach dokładności obróbki bez zmniejszenia ich jakości. Stworzy to ponadto nowe rezerwy dla podniesienia wydajności pracy.

S z t a n c o w a n i e. Udział prac związanych ze sztancowaniem blach statora i wirnika jest w ogólnym bilansie pracy potrzebnej na przygotowanie małego silnika asynchronicznego stosunkowo znaczny i dochodzi do 20%. Przy użyciu, jak to się obecnie praktykuje, wykrojników pojedyńczych traci się dużo czasu na rozpiłowywanie żłobków i przeszlifowanie statora i rotora ze względu na konieczność usunięcia nierówności. Poza przedłużaniem czasu pracy pociąga to za sobą pogarszanie elektrycznych właściwości maszyn. Znacznym ułatwieniem i przyśpieszeniem w pracy byłoby tu wprowadzenie wykrojników kompletnych, zwłaszcza do produkcji silników wytwarzanych masowo lub w dużych seriach. Przygotowanie jednak kompletnych wykrojników jest rzeczą bardzo trudną i przy normalnie stosowanych konstrukcjach wymaga znacznego nakładu pracy ręcznej bardzo wykwalifikowanych sił roboczych. Pociąga to za sobą konieczność rozbudowy narzędziowni. Ta zależność jest tak widoczna, że można bez przesady powiedzieć, iż wydajność fabryki o produkcji masowej zależy od wydajności jej narzędziowni.

N a w i j a l n i a. Nawijanie jest jedną z czynności wymagających stosunkowo największego nakładu pracy ręcznej. W ogólnym bilansie pracy przy wykonaniu silnika praca ręczna zajmuje około 50%; z tego znaczna część przypada właśnie na nawijanie. Jasną jest rzeczą, że racjonalizacja i mechanizacja czynności związanych z nawijaniem kryje w sobie znaczne możliwości zaoszczędzenia pracy. Punktem wyjściowym powinien tu być daleko idący podział pracy i specjalizacja pracowników do ściśle określonych robót. Należy przechodzić na taśmowe metody nawijania, gdzie każdy pracownik wykonuje tylko wąski zakres ściśle określonych czynności. Idealnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie półautomatów względnie automatów dla pełnego procesu nawijania, jak przygotowanie cewek, izolacja żłóbków, układanie cewek i zaklinowanie żłóbków. Konstrukcje takie są już znane, ale z powodu zbytniego skomplikowania na razie szerszego zastosowania nie znalazły.

N a s y c a n i e i s u s z e n i e. Dotychczas używane typy suszarni posiadają stosunkowo małą przelotność, gdyż partia silników umieszczona w nich zajmuje je na okres 12—48 godzin. Przy masowej produkcji może to spowodować konieczność budowy nadmiernej liczby suszarń dla uniknięcia przerw w pracy. Znacznym krokiem naprzód byłoby tutaj zastosowanie połączonych urządzeń tunelowych do nasycania i suszenia, opartych na zastosowaniu ruchomego przenośnika.

P r o b i e r n i a. Dotychczasowe indywidualne metody badania silników powodują często zatory w probierni. Należy opracować nowe metody pozwalające badać np. grupę silników przy pomocy jednego kompletu aparatów, przełączanych kolejno do poszczególnych silników na okres próby. Jeszcze lepszym wyjściem byłoby opracowanie metody badania silników na ruchomej taśmie.

Tak przedstawiają się w ogólnych zarysach perspektywy ulepszeń technologicznych w fabrykach o produkcji masowej, które jako najważniejsze omówiono szczegółowo. Nie zmniejsza to naturalnie ważności i konieczności opracowania nowoczesnej technologii i w fabrykach o produkcji indywidualnej. Cały szereg uwag wypowiedzianych wyżej da się zastosować i do tych fabryk z niewielkimi tylko zmianami. I tak np. w każdej fabryce o produkcji indywidualnej właściwe jest wydzielenie w osobny oddział wszystkich części małych, wykonywanych masowo lub w dużych seriach, celem zastosowania dla nich masowych sposobów produkcji. Jasną jest rzeczą, że także cały szereg procesów wytwórczych wykonywanych w sposób indywidualny przy produkcji dużych silników czy transformatorów, jak nawijanie, montaż itp. już ze względu na samą jakość wyrobu wymaga dokładnego opracowania technologicznego i unowocześnienia. Tu musimy podpreć na ponownym podkreśleniu ogromnej wagi, którą należy przywiązywać do prawidłowej technologii i do właściwego jej ujmowania w dokumentację techniczną.

5) P r a w i d ł o w a o r g a n i z a c j a i p l a n o w a n i e p r a c n o r m a l i z a c y j n y c h p o d s t a w ą u n o w o c z e ś n i e n i a k o n s t r u k c j i m a s z y n e l e k t r y c z n y c h

Jednym z poważnych hamulców na drodze do technicznej przebudowy naszego przemysłu i dalszego wzrostu produkcji jest zróżniczkowanie i technicznie nieuzasadniona różnorodność typów i wykonań produkowanych przez nas maszyn elektrycznych i transformatorów. Pozostała

nam ona w spadku po okresie przedwojennego rozdrobnienia i walk konkurencyjnych poszczególnych fabryk, które nie umiały czy też nie mogły znaleźć wspólnego języka dla koncentracji myśli technicznej, celem uzgodnienia chociażby takich podstawowych zagadnień, jak stopniowanie mocy, główne wymiary, układ pasowań itp. Wskutek tego do dziś jeszcze zmuszeni jesteśmy, zwłaszcza na odcinku małych silników i transformatorów, produkować ogromną gamę najróżniejszych typów zupełnie nieuzasadnioną z punktu widzenia interesów naszej gospodarki narodowej.

Na czoło zagadnień wysuwa się zatem zadanie opracowania nowych konstrukcyjnych rozwiązań, zadanie stworzenia nowych polskich serii silników i transformatorów, przystosowanych do nowoczesnych wymagań i techniki produkcji. Specjalnie ważne jest to zagadnienie w dziale silników asynchronicznych do 100 kW i w dziale transformatorów do 1 600 kVA, które stanowią większość naszej produkcji. Warunkiem wstępnym do rozwiązania tego zagadnienia, stawianego w ten sposób przed polskim światem technicznym po raz pierwszy, będzie nadanie należytego rozmachu pracom centralnych biur konstrukcyjnych przemysłu elektromaszynowego i jak najściślejsze powiązanie ich z pracami takich instytucji, jak Polski Komitet Normalizacyjny, Centralna Komisja Normalizacji Elektrotechnicznej, Państwowy Instytut Elektrotechniczny.

Należy sobie jednak zdać sprawę z tego, że o wynikach pracy decydować będzie obok czynnika ludzkiego również prawidłowe podejście do zagadnień związanych z projektowaniem nowych maszyn elektrycznych. Trzeba jak najszybciej zerwać ze starą rutyną biur konstrukcyjnych, polegającą na tym, że obliczeniowiec oblicza najpierw parametry serii, następnie konstruktor opracowuje konstrukcyjne wykonanie, a na końcu dopiero technolog łamie sobie głowę nad tym, jak przystosować gotową już konstrukcję do konkretnych warunków obróbki.

Nowoczesne metody projektowania maszyn wymagają, aby prace te były ściśle zharmonizowane, a nawet postępowały równolegle. Przyśpieszy to znacznie projektowanie i da w wyniku konstrukcję nie tylko doskonałą pod względem elektrycznym i mechanicznym, ale i o dużych walorach technologicznych. Zaznaczyć należy, że to żądanie uwzględniania strony technologicznej wysuwane jest w konstrukcjach maszyn elektrycznych, wykonywanych masowo, na pierwszy plan i podporządkowane mu jest całe zadanie biura konstrukcyjnego, począwszy od projektu serii do konstrukcji najmniejszej choćby części składowej pojedyńczej maszyny.

W czym się wyraża uwzględnienie strony technologicznej? W najdalej idącym przystosowaniu konstrukcji do konkretnych metod obróbki, w najmniejszym nakładzie surowców i pracy potrzebnej do jej wykonania oraz w najmniejszych wymaganiach co do kwalifikacji pracowników, a wszystko — przy zachowaniu poprawnych cech elektrycznych i mechanicznych. Należy podkreślić, że wypełnienie warunków co do cech elektrycznych i mechanicznych przy równoczesnym uwzględnieniu wymagań technologicznych bynajmniej nie usuwa w cień żądania oszczędności materiałów czynnych. Przeciwnie, wysuwa je na czoło i to nie w oderwaniu, lecz właśnie w związku z wyżej wymienionymi warunkami.

W ścisłym związku z czynieniem zadość wymaganiom technologicznym znajduje się normalizacja. Prace normalizacyjne prowadzone w ramach centralnych biur konstrukcyjnych powinny liczyć się z następującymi żądaniami:

a) należy dążyć do zmniejszenia liczby typów i wielkości maszyn do gospodarczo uzasadnionego minimum;

b) stosunek znormalizowanych części i półfabrykatów w nowo opracowanych typach maszyn do nieznormalizowanych winien być możliwie duży;

c) należy się starać, aby na drodze normalizacji zmniejszyć asortyment półfabrykatów i części składowych.

Wypada podkreślić, że normalizacja półfabrykatów nie powinna się ograniczać, jak to często bywa, tylko do takich części jak śruby, nakrętki, koła pasowe, panewki, łożyska itp. Przeciwnie, powinien być położony nacisk na normalizację podzespołową takich zasadniczych części maszyny elektrycznej, jak kadłuby, blachy, pokrywy, wałki itp. Tak pojęta normalizacja pozwoli na stopniowe rozszerzanie odmian konstrukcyjnych zgodnie z wymaganiami gospodarki narodowej bez konieczności znacznego zwiększenia różnorodności i liczby typów w podstawowych elementach maszyny elektrycznej.

6) Stworzenie należytej bazy surowcowej dla przemysłu elektromaszynowego na drodze nawiązania ścisłej współpracy technicznej z innymi gałęziami przemysłu

Postęp w dziale budowy maszyn elektrycznych łączy się obecnie coraz ściślej z zagadnieniem ciągłego ulepszania i udoskonalania podstawowych surowców i tworzyw służących do ich produkcji. Na odcinku tym za granicą dają się ostatnio zanotować wręcz rewelacyjne osiągnięcia. Dotyczy to zwłaszcza takich dwu kardynalnych tworzyw, jak blachy magnetyczne i materiały izolacyjne. Wyprodukowane niedawno w Ameryce i w ZSRR gatunki blachy krzemowej mają stratność o połowę niższą niż najlepsza blacha u nas obecnie stosowana.

W dziale materiałów izolacyjnych coraz większe zastosowanie znajdują materiały zawierające włókno szklane jako materiał wyjściowy, jak np. szkło-ceratka, szkłomikanit itd. Naturalnym ich uzupełnieniem są żywice krzemowe o znacznej wytrzymałości cieplnej, dochodzącej do 250° C. Wynaleziona w ZSRR smoła syntetyczna pod nazwą „winiflex" pozwala na otrzymywanie nadzwyczaj cienkiej i trwałej izolacji drutów nawojowych. Do ważniejszych zalet tej izolacji należą: mały przyrost grubości (0,02—0,08 mm), duża mechaniczna wytrzymałość i elastyczność, odporność na wilgoć, znaczna wytrzymałość cieplna, odporność na działanie chemiczne większości rozpuszczalników (benzyna, benzol, spirytus itd.), znaczna wytrzymałość elektryczna.

Zrozumiałą jest rzeczą, że należyte wykorzystanie tych i im podobnych materiałów otwiera jak najlepsze perspektywy dla dalszego znacznego poprawienia eksploatacyjnych i techniczno-ekonomicznych wskaźników maszyn elektrycznych. Podkreślić jednak należy z naciskiem, że przemysł elektromaszynowy jako typowo przetwórczy jest w tej dziedzinie w zupełności uzależniony od przemysłów z nim współpracujących, jak np. przemysłu chemicznego, włókienniczego i in., i jest rzeczą kapitalnej wagi, ażeby dezyderaty przemysłu elektromaszynowego w dziedzinie surowców znajdowały szybki i realny oddźwięk u jego dostawców. Dla nadrzędnych władz przemysłu otwiera się tu szerokie pole do planowania i koordynacji wysiłków, mających na celu stworzenie należytej bazy surowcowej dla przemysłu elektromaszynowego.

IV. Wnioski.

1) Przemysł maszyn elektrycznych w Polsce wszedł w fazę gruntownej przebudowy i rozbudowy, mającej na celu ilościowe i jakościowe podniesienie produkcji do potrzeb rynku wewnętrznego.

2) Dalszy rozwój przemysłu elektromaszynowego winien być oparty na planie technicznym, obejmującym całość zagadnień związanych z produkcją maszyn elektrycznych.

3) Szczegółowo opracowany plan techniczny winien uwzględnić następujące postulaty: a) zwiększenie ilościowego i technicznego programu produkcji; b) zerwanie z uniwersalnością fabryk; c) rozbudowa centralnych biur konstrukcyjnych; d) unowocześnienie technologii; e) stworzenie bazy surowcowej.

4) Warunkiem koniecznym dla realizacji planu technicznego przemysłu elektromaszynowego jest koordynacja i koncentracja wysiłków na wszystkich szczeblach naszej organizacji przemysłowej.

Wszystkie te wnioski dotyczą ściśle technicznej strony problemu. Inne zagadnienia dotyczące spraw ekonomicznych, socjalnych, siły roboczej itp. zostały tu świadomie pominięte. Sprawy te niewątpliwie niezwykłej wagi powinny znaleźć w przyszłości swoje oddzielne szczegółowe opracowanie.

A. WEIKERT
i M. KWAL

Zarysy planu i zagadnienia rozwoju przemysłu aparatów elektrycznych

Treść. Zakres produkcji przemysłu aparatów elektrycznych w ramach gospodarki planowej.Ześrodkowanie produkcji w nielicznych fabrykach i rozmieszczenie ich na terenie kraju. Ocena zarówno przewidywanego zapotrzebowania wyrobów elektrotechnicznych, zaliczonych do kategorii „aparatów elektrycznych“, jak i możliwości produkcyjnych przemysłu krajowego. Potrzeba dużego dopływu pracowników i środki do podniesienia wydajności pracy. Organizacja biur konstrukcyjnych i stacji doświadczalnych. Program produkcyjny przemysłu w poszczególnych działach.

Эскиз плана и вопросы развитя электрической аппаратостроительной промышленности. Род производства, отнесенного к аппаратостроительной промышленности в условиях планового хозяйства. Сосредоточение производства на немногочисленных заводах; размещение последних на территории страны. Оценка предполагаемого потребления электротехнических изделий, отнесенных к категории „аппаратов“; оценка производственных возможностей отечественной промышленности. Надобность в большом притоке работников и средства к повышению производительности труда. Организация конструкторских бюро и испытательных станций. Производственная программа аппаратостроительной промышленности по специальным группам производства.

General Lines of the Plan and Problems Pertaining to the Development of the Electrical Apparatus Industry. Scope of manufacture of the electrical apparatus industry within a rational planning system. Centralisation of output in a limited number of Works and proper location of these Works over the country. Estimate of both the anticipated demand for electrical equipment classified as „electrical apparatus“, and of the manufacturing capabilities of the home industries. Great demand for personnel, and the means for incresing working efficiency. Organisation of designing offices and of experimental stations. Manufacturing programme of the individual sections of this industry.

Traits fondamentaux du plan et problèmes du développement de l'industrie d'appareils électriques. Sphère de la production de l'industrie d'appareils électriques dans les cadres de l'activité comprise par le plan. Concentration de la production dans des usines peu nombreuses et leur distribution sur le territoire du pays. Estimation aussi bien des besoins prévus de produits électrotechniques classés dans la catégorie des „appareils électriques“, que des possibilités de production de l' industrie du pays. Le besoin d' un afflux considérable de personnel et moyens d'augmenter le débit du travail. Organisation de bureaux de construction et de stations d'expérimentation. Programme de production de l'industrie dans différentes sections.

1. Zakres produkcji przemysłu aparatów elektrycznych.

Produkcja przemysłu aparatów elektrycznych obejmuje nie tylko aparaty w dosłownym znaczeniu, jak np. aparaty rozdzielcze lub rozruchowe, lecz również elektryczne przyrządy i urządzenia do mierzenia wielkości elektrycznych i innych, artykuły instalacyjne do światła i siły, sprzęt liniowy, aparaty elektromedyczne, grzejniki, przyrządy domowego użytku, piece i urządzenia termotechniczne itd. Z tego wynika, że wszystkie zakłady elektryczne z dziedziny prądów silnych, nie produkujące maszyn i transformatorów, kabli i przewodów, akumulatorów i bateryjek, lamp i żarówek, zaliczone są do przemysłu aparatowego.

Taki podział istnieje obecnie w państwowym przemyśle elektrotechnicznym. Zgrupowanie kilku wymienionych gałęzi przemysłu elektrotechnicznego w jeden dział aparatowy mimo obszerności i różnorodności produkcji jest słuszne, ponieważ pod względem przeznaczenia produkcji, używanych materiałów i stosowanych procesów fabrykacyjnych mają one wiele wspólnego.

2. Planowanie przed rokiem 1939 i obecnie.

Polska przemysłowa sprzed września 1939 r. nie znała i nie układała planów rozwoju tego lub innego przemysłu. Rozwój przemysłu był pozostawiony własnemu biegowi, nie kierowano nim. Narodzinami nowych przedsiębiorstw, ich siedzibą i zakresem działania rządził raczej przypadek.

Zainteresowanie ówczesnych rządów w uprzemysłowieniu kraju wyrażało się przeważnie w okazaniu pomocy jego rozwojowi przez podniesienie barier celnych dla ochrony nowopowstających zakładów przed konkurencją zagraniczną i dla zabezpieczenia zaangażowanemu kapitałowi rentowności i dodania zachęty. Tak powstawały początkowo warsztaty, a następnie fabryki przemysłu elektrotechnicznego, który przed pierwszą wielką wojną prawie nie istniał. Motorem rozwoju była inicjatywa prywatna, państwo występowało w charakterze przedsiębiorcy w nielicznych wypadkach. Anemiczny kapitał rodzimy szukał pomocy za granicą. Jeśli mimo to osiągnięcia na odcinku przemysłu elektrotechnicznego były na owe czasy dość poważne, to zawdzięczać je należy raczej energii i ambicji kilku jednostek niż ingerencji społecznej lub państwowej. Ówczesny związek przedsiębiorstw elektrycznych nie rościł pretensji do kierowania rozwojem przemysłu, lecz sprowadzał swą rolę do jego reprezentacji w stosunkach z władzami i do obrony interesów swoich członków.

Ten bezplanowy okres minął, gdy przemysł elektrotechniczny przeszedł niemal w całości pod zarząd państwowy. Rząd Polski ludowej, ująwszy w swe ręce gospodarkę całego państwa, prowadzi ją na trzech odcinkach — państwowym, społecznym i prywatnym według z góry układanych planów, zmierzających do wspólnego celu szybkiego podniesienia dobrobytu i koordynujących wysiłki poszczególnych odcinków życia ekonomicznego. System planowej gospodarki nie znosi bezplanowości w żadnej gałęzi przemysłu i to tak w produkcji, zatrudnieniu, zaopatrzeniu, jak i w budowie, specjalizacji, koncentracji, czyli w całym rozwoju danej gałęzi przemysłu. Nie jest intencją niniejszego referatu wyczerpujące omówienie długofalowego planu rozwoju przemysłu aparatów elektrycznych. Chcemy tu poruszyć tylko najistotniejsze momenty i problemy tego rozwoju.

3. Terytorialne rozmieszczenie fabryk aparatów elektrycznych.

Na mapce (rys. 1) widzimy, że fabryki przemysłu aparatowego grupują się w 5 ośrodkach: w Warszawie, Łodzi, na Pomorzu, Górnym Śląsku i Dolnym Śląsku. To samorzutne rozmieszczenie wypadło pod względem administracyjnym, personalnym, materiałowym i transportowym korzystnie i dlatego dalszy rozwój przemysłu aparatowego winien iść przede wszystkim w kierunku rozbudowy już istniejących zakładów aż do osiągnięcia najkorzystniejszej wielkości, za jaką uważamy w przemyśle elektrotechnicznym przedsiębiorstwa o zatrudnieniu około 2 500 ludzi.

Budowa zupełnie nowych zakładów w Warszawie, Łodzi, Bydgoszczy i na Górnym Śląsku, kolidując z ogólnopaństwową polityką uprzemysłowienia całego kraju, byłaby niepożądana także ze względów na trudności personalne i mieszkaniowe. Dla tych też powodów projekt budowy dużej fabryki aparatów w Łodzi upadł i fabryka taka powstanie w ośrodku pomorskim — w Toruniu.

Wybór miasta Torunia wydaje się być słusznym pod każdym względem. Miasto jest stosunkowo mało uprzemysłowione, rozporządza terenami, szuka zatrudnienia dla ludności, nie przeżywa ostrego kryzysu mieszkaniowego, posiada liczne szkoły dla młodzieży, a zarząd miejski gościnnie zaprasza przemysł w swe mury, obiecując wszelką pomoc w realizacji naszych zamierzeń na terenie miasta. Budowa fabryki rozpocznie się jeszcze w bieżącym roku.

W związku z zamierzoną przez Centralny Zarząd reorganizacją przemysłu elektrotechnicznego, mającą na celu grupowanie mniejszych zakładów w jedno administracyjnie skomasowane przedsiębiorstwo, przewidujemy, że z istniejących 15 fabryk powstanie 7 przedsiębiorstw, rozmieszczonych jak wskazuje mapka. Wysuwamy następujące nazwy dla tych 7 przedsiębiorstw:

1) Pierwsza Państwowa Fabryka Aparatów Elektrycznych A 1 (Warszawa — Praga),

2) Państwowe Przedsiębiorstwo Elektrotechniczne — A 2 (Warszawa — Okęcie),

3) Zjednoczone Zakłady Elektrotechniczne — A 3 (Łódź),

4) Pomorska Fabryka Aparatów Elektrycznych — A 4 (Toruń),

5) Państwowa Fabryka Artykułów Elektrotechnicznych — A 5 (Bydgoszcz),

6) Górnośląskie Zakłady Elektrotechniczne — A 6 (Czechowice),

7) Dolnośląskie Fabryki Liczników, Zegarów i Aparatów Elektrycznych — A 7 (Swidnica).

4. Spożycie wyrobów przemysłu aparatów elektrycznych.

W państwie cywilizowanym nie znajdziemy zakątka w przemyśle, rolnictwie, rzemiośle, lecznictwie, miernictwie, komunikacji, domu prywatnym itp., dokąd by nie

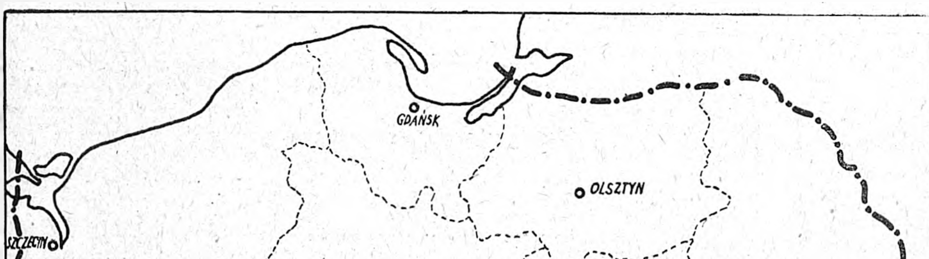
docierała energia elektryczna za pośrednictwem wyrobów przemysłu elektrycznego. Zapotrzebowanie tych wyrobów rośnie w miarę uprzemysłowienia kraju i wzrostu dobrobytu.

Plan rozwoju przemysłu elektrycznego związany jest ściśle z planami rozwoju całego życia gospodarczego na wszystkich jego odcinkach. Mając długofalowe plany rozwojowe najważniejszych konsumentów energii elektrycznej, jakimi są przemysły: energetyczny, węglowy, hutniczy, metalowy, chemiczny i inne, można z dostateczną dla celów planowania dokładnością obliczyć rodzaj i wielkość zapotrzebowania artykułów elektrotechnicznych. Otrzymana w ten sposób wielkość przewidywanego spożycia tych artykułów, uzupełniona i skorygowana na podstawie danych statystycznych własnych i zagranicznych z lat ubiegłych, stanowiłaby podstawę do opracowania planu rozwoju przemysłu aparatowego. Niestety, brak informacji o planach rozwoju innych przemysłów i ich potrzeb zmusza nas do poprzestania na obliczaniu spożycia opartym jedynie na cyfrach zużycia energii, które Centralny Zarząd Energetyki przewiduje w rozwoju swego przemysłu.

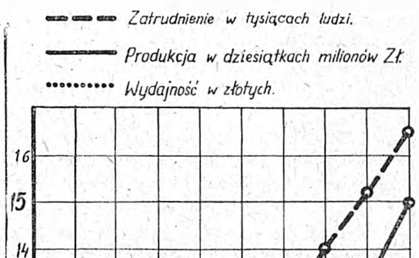
Załóżmy, że zapotrzebowanie aparatów elektrycznych wzrastać będzie tylko proporcjonalnie do wzrostu zużycia energii. Otrzymamy wtedy następujące liczby: państwowy przemysł elektrotechniczny wyprodukował w roku 1947 towarów na sumę około 168 mln. złotych przedwojennych, z czego na aparaty przypada 23,7 mln. zł. Nie mając ścisłych danych o produkcji prywatnej i o imporcie, szacujemy je na 5% i 10%, łącznie 15% wartości produkcji fabryk państwowych, a zatem przyjmujemy, że całkowita produkcja plus import wyniosła w roku 1947 ok. 193 mln. zł, z czego na aparaty przypada przeszło 27,2 mln. zł.

Ponieważ potrzeby kraju są obecnie większe niż możliwości produkcyjne, możemy śmiało przyjąć, że przytoczone wyżej cyfry odpowiadają spożyciu artykułów elektrotechnicznych w roku ubiegłym. Dzieląc je przez 6,5 mlrd. kWh zużytej energii w roku ubiegłym, otrzymamy wskaźniki spożycia: 2,58 gr/kWh dla całego przemysłu elektrotechnicznego i 0,42 gr/kWh dla aparatów. Wskaźniki te są bardzo niskie w porównaniu na przykład ze wskaźnikiem spożycia artykułów elektrotechnicznych w Niemczech, gdzie doszedł on do 10 gr/kWh. Niewątpliwie spożycie nasze będzie wzrastało dość szybko, jednak wydaje nam się, że zrównanie rosnących potrzeb elektryfikacji z produkcją przemysłu elektrotechnicznego nie nastąpi tak prędko, jak by się chciało, jeśli oczywiście przewidywania energetyki okażą się słuszne. Stosując np. wspomniany wyżej niemiecki wskaźnik 10 gr/kWh dla naszego kraju, otrzymalibyśmy przy 19 mlrd. kWh zużycia energii wartość spożycia wyrobów elektrotechnicznych w r. 1955 w wysokości 1,9 mldr. zł przedwojennych. Jest to skala naszym zdaniem zupełnie nieosiągalna w naszych warunkach.

Nasze optymistyczne przewidywania nie sięgają nawet połowy powyższej cyfry, to jest nie sądzimy, aby obecny wskaźnik spożycia 2,58 gr/kWh wzrastał przeciętnie szybciej niż o 0,3 gr/kWh rocznie, co w roku 1955 dałoby prawie 5 gr/kWh. Wartość spożytych wyrobów elektrotechnicznych będzie wówczas 950 mln. zł, z czego na aparaty przypadnie 18% czyli 170 mln. zł. Jeśli na import i przemysł prywatny potrącimy z tego 20 mln. zł, to dla przemysłu państwowego pozostanie do pokrycia w roku 1955 zapotrzebowanie aparatów w wysokości 150 mln. zł. Na rys. 2 środkowa linia przedstawia wzrost produkcji przemysłu aparatowego, jak go sobie wyobrażamy w następnych latach aż do roku 1955.



Rys. 1. Przewidywane rozmieszczenie fabryk aparatów elektrycznych w 1955 roku



Rys. 2. Zatrudnienie, produkcja i wydajność przemysłu aparatów elektrycznych w okresie 1946—1955

5. Nasze możliwości produkcyjne.

Poprzednie rozumowania i obliczenia świadczą, że rozwój przemysłu elektrotechnicznego nie będzie hamowany brakiem zapotrzebowań, że raczej może stać się odwrotnie: przemysł nie będzie nadążał za potrzebami.

Jakież są nasze horoskopy na przyszłość od strony naszych możliwości produkcyjnych? Jakie problemy mamy tu do

rozwiązania, by tempo rozwoju naszego przemysłu przyśpieszyć, produkcję powiększyć i ulepszyć, listę wyrobów rozszerzyć i unowocześnić. Wśród szeregu czynników mających istotne znaczenie dla wyników pracy naszych zakładów, jak wyposażenie maszynowe, ilość i jakość surowców, dokumentacja i zaopatrzenie w narzędzia, dyscyplina i wydajność pracy, organizacja i unowocześnienie metod itp., na czołowe miejsce wybija się problem ludzi. Nie będzie przesadą, jeśli powiemy, że krytycznym punktem naszego rozwoju jest zagadnienie personelu. Walka o szybki rozwój przemysłu to walka o kadry dobrych pracowników. Musimy ją wygrać, a wtedy nasze możliwości produkcyjne nie tylko pokryją nasze własne zapotrzebowania, lecz zaspokoją nawet nasze ambicje eksportowe.

Rzecz oczywista, że nie chcemy tym powiedzeniem ująć ważności innym problemom, nie wyobrażamy sobie jednak zadawalającego postępu rozwoju naszego przemysłu i jego tempa bez rozwikłania kwestii kadr pod względem ilościowym i jakościowym. W obecnej chwili państwowy przemysł aparatowy zatrudnia ok. 6 000 ludzi, w tym 1.5% inżynierów i 4% techników i majstrów. Na podstawie ubiegłych dwu lat oceniamy osiągalny dopływ nowych pracowników na ok. 1 300 osób rocznie. Oznaczałoby to, że wszystkie nasze wyższe uczelnie musiałyby dostarczać dla przemysłu aparatowego ok. 20 młodych inżynierów, a średnie zawodowe szkoły ok. 50 techników rocznie, by dotychczasowy bardzo niski udział personelu inżynieryjno-technicznego przynajmniej utrzymać. Analogiczne rozumowanie w odniesieniu do całego przemysłu elektrotechnicznego dało by do roku 1955 włącznie w sumie 800 inżynierów i 2 000 techników i majstrów. Czy nasze szkoły będą w stanie sprostać takiemu zapotrzebowaniu sił technicznych, wątpimy bardzo. Jeśli nawet przyjąć, że wśród inżynierów, zatrudnionych w przemyśle elektrotechnicznym, elektrycy stanowią tylko połowę, to i wtedy cyfrę 400 inżynierów potrzebnych w okresie do 1955 r. uważamy za bardzo trudną do osiągnięcia, albowiem nie przypuszczamy, by liczba inżynierów-elektryków, którzy ukończą naukę do roku 1955, była większa od 1000 osób, a przecież wiadomo, że zazwyczaj większa część elektryków nie pracuje w przemyśle elektrotechnicznym.

Najbliższe 4 lata (1948—1951) będą okresem kulminacyjnym pod względem piętrzących się trudności personalnych. Złagodzenie tego stanu rzeczy widzimy jedynie w odciąganiu sił technicznych z handlu, biur, małych warsztatów, z organizacji i instytucji, ze stanowisk administracyjnych, nie wymagających specjalnej wiedzy technicznej. Nasze siły fachowe są wciąż jeszcze niedostatecznie i źle wykorzystywane, mimo że mamy ich tak niewiele w porównaniu z innymi uprzemysłowionymi państwami. Przyczyna leży w pewnym niedocenianiu pracy i roli inżyniera w ogóle, a zwłaszcza tych jednostek, których praca jest dźwignią nieraz dużej gałęzi przemysłu. Wydaje się nam, że radykalna zmiana na lepsze nastąpi tylko wtedy, gdy praca w przemyśle, w fabrykach i w biurach konstrukcyjnych stanie się pod względem wynagrodzenia bardziej ponętną niż poza przemysłem. Istniejące między przemysłami państwowymi różnice w wynagradzaniu pracowników bez wątpienia ujemnie wpływają na wydajność pracy przedsiębiorstw państwowych, a jednocześnie przemysł prywatny, nie skrępowany taryfami i pułapami płac, odciąga do siebie najlepsze siły, ofiarując nieraz 3-krotnie większe uposażenia. Chcemy tu zaznaczyć, że przez odpowiednie podejście do werbowania fachowców, zwłaszcza wysoko kwalifikowanych, plan zatrudnienia przedstawiony na rys. 2 linią przerywaną (górną) jest realny, a nie jest żadną abstrakcją.

Fakt, że przed wojną nasze politechniki i wyższe szkoły elektrotechniczne nie poświęcały uwagi budowie aparatów i przyrządów elektrycznych, upoważnia nas do wyrażenia życzenia, by obecnie interesy przemysłu aparatowego były przez szkoły uwzględniane. Z drugiej strony przemysł aparatowy winien zawierać liczne umowy stypendialne z kandydatami, którzy zobowiążą się do pracy w nim po ukończeniu studiów.

6. Wydajność pracy i jej zależność.

Średnia wydajność, tj. wartość rocznej produkcji podzielona przez liczbę pracowniko-godzin ogółu zatrudnionych w roku 1947, wyraża się w państwowym przemyśle aparatowym cyfrą 2,30 zł przedwojennych. Waha się ona w granicach od 1,50 zł (fabryka porcelany) do 3,80 zł w zależności od różnych czynników, a przede wszystkim jest ona tym większa, im większy jest stosunek kosztów materiałowych do robocizny. Znane nam przedwojenne wartości produkcji przypadające na pracownika są: 550 zł na pracownika miesięcznie w fabryce Br. Borkowscy i 750 zł w fabryce K. Szpotański, co odpowiada mniej więcej 2,75 zł, względnie 3,75 zł na pracowniko-godzinę.

Na rys. 2 kropkowana linia dolna przedstawia stopniowy wzrost wydajności w latach 1948—1955, jak go sobie wyobrażamy. Może wydawać się, że planujemy zbyt ostrożnie i że do roku 1955 można osiągnąć większą wartość produkcji niż $4 \times 200 = 800$ zł miesięcznie na każdego pracownika. Jakkolwiek omawiany okres wystarcza na uzupełnienie względnie odnowienie maszyn, na wprowadzenie nowych metod pracy i ulepszeń wszelkiego rodzaju, nie podzielamy takiego poglądu.

Przede wszystkim jest to wydajność *przeciętna* dla fabryk o różnych warunkach pracy i różnych możliwościach produkcyjnych. Podniesienie tej wydajności o 75% w stosunku do obecnej będzie przy stałym dopływie surowców i świeżych sił raczej wyczynem możliwym wtedy, gdy ujemne wpływy innych czynników zostaną wyeliminowane. Mamy na myśli przede wszystkim zaopatrzenie. Pomijamy samą procedurę zaopatrzeniową, która wymaga długich studiów i dużych wysiłków, by przebrnąć w porę przez labirynty różnych formalności do właściwego dostawcy. Nie będziemy także dowodzili, że bez odpowiedniej ilości surowców nie może być w ogóle mowy o ciągłości i dobrej wydajności pracy. Chcielibyśmy natomiast podkreślić, że największą trwogą napawa nas zła jakość dostarczanych materiałów. Reklamacje fabryk nie tylko nie ustają, lecz, przeciwnie, przybierają na sile. Wiadomo, że żaden przemysł nie wymaga tak obszernego asortymentu surowców i półfabrykatów jak przemysł elektryczny i dlatego przywiązujemy wielką wagę do jak najszybszego uporządkowania dziedziny zaopatrzenia.

Pamiętać musimy także, że planowany 6,5-krotny wzrost wartości rocznej produkcji w okresie 1948—1955 nie oznacza bynajmniej, że będzie to wielokrotność tego samego asortymentu, a przeciwnie znaczną jego część stanowić będą aparaty nowej konstrukcji, których produkcja w okresie początkowym również obniża wydajność.

7. Prace konstrukcyjne i doświadczalne.

Rozwój produkcji ściśle wiąże się z rozwojem prac w biurach studiów, w biurach konstrukcyjnych, w laboratoriach, w warsztatach i stacjach doświadczalnych. Nie możemy, niestety, pochwalić się większym dorobkiem na tym odcinku.

Produkujemy przeważnie typy aparatów sprzed wojny i z czasów okupacji, odtwarzając w dużej mierze zaginioną dokumentację z pewnymi zmianami i poprawkami. Przed nami stoi kolosalna praca twórcza, luki w asortymentach są olbrzymie, przestarzałe konstrukcje muszą być zastąpione nowoczesnymi. Zdajemy sobie sprawę, że tylko należyte rozwiązanie tego problemu jest w stanie zapobiec wegetacji i dźwignąć wzwyż przemysł aparatów i przyrządów elektrycznych. Wiemy także, że dążeniem naszym winno być w końcowym wyniku całkowite zwolnienie naszych fabryk od troski, co mają produkować, i zajmowanie się w fabrykach wyłącznie produkcją. Natomiast cały ciężar twórczo-konstrukcyjny łącznie z szczegółowym opracowaniem procedury fabrykacyjnej powinien być przerzucony na biura konstrukcyjne.

Koncepcja stworzenia jednego centralnego biura studiów i konstrukcji dla wszystkich gałęzi przemysłu aparatowego musiała bardzo szybko upaść. W czasie katastrofalnego niedoboru konstruktorów i głodu mieszkaniowego, który przeżywamy, wydaje nam się rzeczą niecelową i niemożliwą do osiągnięcia skupienie fachowców w jednym miejscu. Musielibyśmy ponadto oderwanie konstruktora od fabryki zastąpić wszechstronnie rozbudowanym, bardzo kosztownym urządzeniem warsztatów i stacji doświadczalnych. System przyfabrycznych biur studiów i konstrukcji, zjednoczonych przy pomocy nadrzędnej dyrekcji postępu konstrukcyjno-technicznego w jedną wspólną organizację, wydaje nam się w naszych warunkach jedynym słusznym rowiązaniem. Przedstawia ono pewnego rodzaju kompromis. Scentralizowana ma być nie siedziba, lecz struktura organizacyjna biur konstrukcyjnych. W tym sensie mielibyśmy w przemyśle aparatowym tylko jedno centralne biuro studiów i konstrukcji, lecz rozmieszczone przy fabrykach. Wspólna nadrzędna dyrekcja miałaby za

zadanie ewidencję potrzeb i ustalenie ich hierarchii, koordynację prac, zatwierdzanie programów, ocenę sprawozdań, obronę interesów, ogólne wytyczne, kontrolę, reprezentację na zewnątrz i wiele innych obowiązków, a więc umożliwienie dyrekcjom i kierownikom poszczególnych biur całkowite poświęcenie się pracy konstruktorskiej.

Wynika stąd, że omawiane biura, aczkolwiek mieszczą się przy fabrykach, nie są wyłącznie na usługach fabryki macierzystej, lecz mają za zadanie opracowanie nowych konstrukcji według swej specjalności niezależnie od tego, której fabryce produkcja będzie powierzona.

Dotychczas uruchomione są trzy większe Biura studiów i konstrukcji:

CBS/W — aparatów wysokiego napięcia przy PPFAE w Warszawie,

CBS/N — aparatów niskiego napięcia przy Zjednoczeniu w Łodzi,

CBS/S — sprzętu instalacyjnego przy f-ce „Ciszewski" w Bydgoszczy

oraz 6-ciu mniejszych, mianowicie: przyrządów pomiarowych, liczników, pieców przemysłowych, aparatów elektromedycznych, przekaźników i elektrotechniki samochodowej, rozmieszczonych przy fabrykach o odpowiednim zakresie produkcji.

Nieodzownym warunkiem szybkiego postępu rozszerzenia i unowocześnienia listy wyrobów są odpowiednio rozbudowane narzędziownie. Rozpoczęto od uruchomienia rejonowej narzędziowni wraz z biurem konstrukcyjnym pomocy fabrykacyjnych w Warszawie z zamiarem powiększenia ich liczby do ok. 10 na usługi całego przemysłu elektrotechnicznego, a nie tylko aparatowego.

8. Zagadnienie rozwojowe poszczególnych gałęzi przemysłu aparatowego.

Nie przytaczając na tym miejscu szczegółów o tym, co nowego w zasięgu budowy aparatów elektrycznych jest już na warsztacie i w niedługim czasie ukaże się, co pójdzie w następnej kolei, co będzie odłożone na czas dalszy, zatrzymamy się na kilku ważniejszych momentach. Dokonano już ujednostajnienia produkcji artykułów instalacyjnych. Spośród wielu odmian o zupełnie jednakowym przeznaczeniu, różniących się wymiarami i szczegółami konstrukcyjnymi, wybrano typy najlepsze; produkcja pozostałych będzie przez fabryki zaniechana w miarę wyczerpania półfabrykatów i zamortyzowania narzędzi. Dla wybranych typów sporządzono rysunki, których nie było lub które zaginęły. W ten sposób istniejące i przyszłe fabryki sprzętu instalacyjnego nie będą w przyszłości produkować dowolnych typów i ich odmian, lecz tylko wybrane i komisyjnie zatwierdzone. Kosztem zlikwidowania zupełnie zbędnej i często tylko konkurencją spowodowanej rozmaitości odmian i gatunków chcemy podnieść jakość wyrobów, wybierając konstrukcje najlepsze. Dodać trzeba, że w tym celu i zarazem w celu potanienia wyrobów wprowadza się podział asortymentów między fabryki, specjalizację fabryk i produkcję masową.

W dziale aparatów rozdzielczych niskiego napięcia nasz program rozwojowy między innymi przewiduje:

a) nastawniki młoteczkowe (w tym roku), wyłączniki krańcowe wrzecionowe i resztę elementów potrzebnych do wyposażenia dźwigów;

b) automatyczne wyłączniki powyżej 1000 do 4000 A i styczniki powyżej 200 A;

c) aparaturę gazoszczelną i przeciwwybuchową;

d) elektryczne wyposażenie tramwajów i lokomotyw kopalnianych dołowych, a w dalszej przyszłości lokomotyw dla trakcji międzymiastowej;

e) nowoczesne wyposażenie obrabiarek.

Konstruowanie i budowa aparatów dla wysokich i najwyższych napięć nie nastręczałyby naszym konstruktorom i fabrykom większej trudności, gdybyśmy rozporządzali probiernią wielkiej mocy odłączalnej. Tymczasem dotychczas nie zdołaliśmy uzyskać zgody na przeprowadzenie takich prób w innych państwach i prawdopodobnie nie prędko będziemy mieli stację własną. Taki stan rzeczy sprawia naszemu przemysłowi wielkie kłopoty i w dużej mierze hamuje jego rozwój.

Mamy na przykład wykonany prototyp wyłącznika powietrznego R 10, 600 A, 400 MVA i nie mamy gdzie przeprowadzić badań. Z wyjątkiem 3—4 typów jesteśmy w stanie zapotrzebowanie kraju pokryć bądź wyłącznikami olejowymi i mało-olejowymi, bądź powietrznymi. Co do brakujących prowadzone są pertraktacje o licencje. Z resztą aparatów, jak odłączniki, bezpieczniki, a także transformatory pomiarowe, prądowe i napięciowe aż do 110 kV, dajemy sobie radę sami.

Najwięcej do zrobienia mamy w dziedzinie miernictwa elektrycznego. Na tym odcinku mieliśmy bardzo niewiele przed wojną, a wojna nie pozostawiła nam absolutnie nic, ani fabryk, ani archiwów, ani rysunków narzędzi. Trzeba było zacząć od początku i dlatego nic dziwnego, że produkujemy obecnie znikomą część tego programu, którego domaga się od nas życie. Jeśli dziś produkujemy tylko amperomierze i woltomierze oraz niektóre przyrządy uniwersalne, to w ciągu 5 lat chcemy już dostarczać: całą gamę przyrządów stosowanych w urządzeniach rozdzielczych, szereg przenośnych mierników montażowych i laboratoryjnych, wiele spośród mierników używanych w radiotechnice i motoryzacji, niektóre przyrządy do pomiaru temperatur i innych wielkości nieelektrycznych, wreszcie pierwsze aparaty rejestrujące.

Produkcja liczników jednofazowych wzrasta, lecz niestety nie w tym tempie, jak by się chciało, czemu na przeszkodzie stoją: niedostateczna ilość, zła jakość i nieterminowość dostaw surowców i półfabrykatów, zużycie i brak maszyn, niedobór rzemieślników-narzędziowców i inne. W tych warunkach produkcja masowa nie daje pożądanych wyników. Mimo to fabryka energicznie walczy o postęp i stawia sobie za zadanie jak najprędzej doprowadzić produkcję do 1000 sztuk liczników dziennie. W tym roku wypuszcza ona pierwsze liczniki trójfazowe, przystąpiła do konstrukcyjnego opracowania nowego polskiego licznika jednofazowego, przygotowuje na dalszą metę produkcję liczników specjalnych i ma ambicje eksportowe nie tylko w dziale liczników, lecz przede wszystkim w dziale zegarów synchronicznych sprężynowych z naciągiem elektrycznym, zegarów-matek, wtórnych, wieżowych, przełączających itp. Produkcja zegarów znacznie wzrośnie. Fabryka przekaźników produkująca obecnie przekaźniki czasowe, pośrednie, nadmiarowo-czasowo-niezależne, gazowe (Buchholza), aparaty „Lotto" i inne, przygotowuje na najbliższą przyszłość przekaźniki nadmiarowo-czasowo-zależne, różnicowe oraz regulatory oświetlenia wagonowego, a na dalszą — przekaźniki kierunkowe i pozorno-oporowe.

W dziale elektromedycznym spodziewamy się w ciągu kilku lat opanować produkcję rentgenów, diatermii, aparatów do wstrząsów, elektrokardiografów, przyrządów dentystycznych itp.

Szereg trudnych problemów do rozwiązania będziemy mieli w budowie elektrycznych pieców przemysłowych, jak na przykład indukcyjnych niskiej i wysokiej częstotliwości. Nie będzie pominięte w rozwoju grzejnictwo użytku domowego: kuchnie, kuchenki, piecyki, imbryki itp. Pertraktujemy z zagranicą o licencję na budowę chłodni domowych i przemysłowych.

Elektrotechnika oświetleniowa, przemysłowa, trakcyjna, wszelka specjalna i domowego użytku, wraz z elektrotechniką motoryzacyjną, której pierwsze artykuły już pokazały się na rynku, znajdą miejsce swego wykonania w rozbudowującej się do rozmiarów 2 500 pracowników fabryce w Warszawie na Okęciu. Oba te działy musi fabryka opanować.

Nie od rzeczy będzie tu wspomnieć, że z rozszerzeniem zakresu produkcyjnego naszych fabryk łączy się wprowadzenie do produkcji nowoczesnych zdobyczy elektrotechniki, jak np. zastosowanie prądów wielkiej częstotliwości do celów przemysłowych, aparatura kontrolna i regulująca do automatyzacji procesów technologicznych i wiele innych, które przemysł aparatowy ma zamiar realizować.

Tak wyobrażamy sobie w ogólnych zarysach rozwój przemysłu aparatowego w okresie 1948—1955.

Na zakończenie należy zaznaczyć, że zapoczątkowana szczęśliwie współpraca polsko-czechosłowacka obiecuje stać się dla obu krajów bardzo pomocną dźwignią rozwoju przemysłowego, z czego i przemysł aparatów elektrycznych skorzysta.

9. Wnioski.

1) Obecnie istniejące fabryki aparatów elektrycznych, połączone administracyjnie w 6 przedsiębiorstw i rozbudowane do najkorzystniejszych rozmiarów, łącznie z budowaną nową fabryką w Toruniu będą w stanie w okresie 1948—1955 r. pokrywać przeważającą część zapotrzebowania krajowego i częściowo pewne wyroby eksportować.

2) Tempo rozwojowe aparatów elektrycznych ograniczone jest przede wszystkim możliwościami werbowania fachowców i dopływem młodych inżynierów, techników i rzemieślników.

3) Praca w przemyśle państwowym powinna stać się pod względem materialnym bardziej atrakcyjną, niż poza nim.

4) Przemysłowi elektrycznemu należy nadać przywilej pierwszeństwa, z którego korzystają inne przemysły przezeń zaopatrywane.

5) Wyższe uczelnie prosimy o wprowadzenie nauki budowy aparatów elektrycznych, a przemysł — o zawieranie umów stypendialnych.

6) Uproszczenie i uporządkowanie systemu zaopatrzenia, terminowość, a zwłaszcza jakość właściwa dostaw — są warunkami, bez których prawdziwa i masowa produkcja aparatów, przyrządów i innych artykułów elektrotechnicznych nie jest możliwa.

INŻ. Z. MACIEJEWSKI

Zarys rozwoju teletechnicznych urządzeń stacyjnych

I. Urządzenia telefoniczne

Treść: Powojenne zamówienia zagraniczne central automatycznych syst. Autelco dla kilku miast polskich przy jednoczesnym wznowieniu krajowej produkcji tych central (międzymiastowych, miejskich, abonenckich). Wprowadzenie w Polsce, z Warszawą na czele, systemu krzyżowego w opracowaniu Ericssona. Zaopatrywanie po wojnie przez przemysł krajowy wsi i mniejszych ośrodków miejskich w centrale ręczne. Odbudowa central międzymiastowych.

1. Centrale telefoniczne syst. Autelco.

a) Dostawy zagraniczne. Dział urządzeń stacyjnych jest tym działem telekomunikacji przewodowej, którego stan ilościowy zmniejszył się wskutek zniszczeń wojennych najbardziej. Stąd odbudowa tych urządzeń przedstawia bardzo poważne zadanie, dla którego wykonania potrzeba — oprócz ogromnego wkładu pracy — wielkiej ilości sprzętu. Ponieważ przemysł teletechniczny, który przed wojną brał już bardzo poważny udział w dostawie sprzętu dla państwowego przedsiębiorstwa P. P. T. i T., uległ wskutek działań wojennych prawie całkowitemu zniszczeniu, realizacja powyższego zadania natrafiła na samym początku na duże trudności.

W tej sytuacji Ministerstwo Poczt i Telegrafów, do którego obowiązków należało jak najszybsze zaspokojenie potrzeb państwa w zakresie telekomunikacji, uznało za nieodzowne zapewnienie sobie dostaw odpowiedniego sprzętu z zagranicy. W tym celu nawiązano rozmowy z firmą Automatic Telephone and Electric Co Ltd, od której ministerstwo sprowadzało sprzęt przed wojną. W wyniku tych rozmów od końca roku 1948 do końca roku 1950 Ministerstwo P. i T. otrzyma kompletne centrale automatyczne o ogólnej pojemności około 35 000 numerów, a P. Z. T. — podzespoły potrzebne do wznowienia produkcji central automatycznych.

Jako pierwsze dostarczone będą z końcem bieżącego roku 2 centrale automatyczne po 3 600 numerów, które zainstaluje się w Szczecinie i Wrocławiu. W roku przyszłym przewidziane są następujące dostawy: a) centrali automatycznej na 3 000 numerów dla Wałbrzycha, b) sprzętu automatycznego do rozbudowy o 3 000 numerów centrali w Katowicach i o 1 000 numerów centrali w Częstochowie, c) organów połączeniowych potrzebnych do uzupełnienia wyposażenia central sieci śląsko-dąbrowskiej.

Sprzęt dostarczony w końcu 1950 roku zostanie użyty do rozbudowy central w Szczecinie i Wrocławiu oraz central sieci śląsko-dąbrowskiej.

Budowa central w Szczecinie i Wrocławiu jest palącą koniecznością. Obecnie czynne tam centrale mają charakter prowizoryczny i przytem z powodu małej pojemności są zupełnie niewystarczające. Szczególnie ciężka sytuacja panuje w Szczecinie, który wykazuje ostatnio bardzo szybki wzrost ludności i ogromne ożywienie ruchu portowego. Początkowa pojemność zamówionej centrali na 3 600 numerów będzie mogła zaspokoić tylko najważniejsze potrzeby. Stąd nowym nakazem staje się dalsza rozbudowa centrali conajmniej do 6 000 numerów, do czego potrzebny sprzęt — jak już wspomniano — zacznie napływać w końcu 1950 roku. Niewątpliwie też i centrala we Wrocławiu wobec postępującej odbudowy miasta i wzrostu mieszkańców będzie wymagała zwiększenia jej pojemności.

Wałbrzych, będący ważnym ośrodkiem przemysłowym na ziemiach odzyskanych, obsługuje centrala ręczna CB, która wskutek 26-letniej nieprzerwanej pracy znajduje się w stanie ogromnego zużycia, a ponadto wobec zbyt dużej pojemności zupełnie nie odpowiada miejscowym potrzebom. Nowa centrala automatyczna na 3 000 numerów zapewni temu ośrodkowi należytą komunikację telefoniczną.

Rozbudowa centrali w Częstochowie jest również pilna z powodu jej niemal 100-procentowego zapełnienia (1596 abonentów na 1 600 numerów).

Pełnoautomatyczna sieć okręgowa śląsko-dąbrowska syst. Autelco obejmuje dotychczas miejscowości Górnego Śląska i Zagłębia Węglowego rozłożone wokół Katowic w granicach roku 1939. Odzyskanie pozostałej części Górnego Śląska wymaga rozszerzenia zasięgu sieci okręgowej również na te miejscowości, które z obszarem obsługiwanym przez tę sieć stanowią całość gospodarczą. Do tych należą: Bytom, Zabrze i Gliwice. Ponieważ w miastach tych znajdują się centrale automatyczne systemu niemieckiego dawnego typu (Autofabag 22) znacznie zużyte, przeto niecelowe byłoby zachowanie tych central i włączenie ich do sieci okręgowej za pośrednictwem dodatkowych urządzeń do współpracy, dosyć kosztownych i wymagających specjalnego zamówienia. Właściwym rozwiązaniem wydaje się wymiana omawianych central na centrale nowe syst. Autelco oraz wprowadzenie jednolitej numeracji i ruchu pełnoautomatycznego z liczeniem czasowo-strefowym na całym obszarze tej nowej sieci okręgowej. Łącznie z tym należałoby ponadto dokonać rozbudowy centrali międzymiastowej w Katowicach, a następnie znieść centrale międzymiastowe w Gliwicach i Sosnowcu.

Ta dosyć kosztowna inwestycja jest, jak się zdaje, całkowicie uzasadniona z uwagi na to, iż okręg śląski, będący głównym ośrodkiem przemysłowym, jest najważniejszym pod względem gospodarczym okręgiem państwa. Kapitał zainwestowany w tym okręgu w urządzenia telefoniczne zamortyzuje się w bardzo krótkim czasie przez korzyści płynące ze sprawnej komunikacji telefonicznej.

Zwolnione z Bytomia, Gliwic i Zabrza centrale automatyczne zainstalowałoby się w miastach o mniej ożywionym ruchu, gdzie pozostałyby aż do zupełnego zużycia.

b) Dostawy krajowe. Energicznie prowadzona odbudowa i pomoc techniczna firmy Autelco pozwoliły na wznowienie w P. Z. T. produkcji central automatycznych. Już w bieżącym roku Ministerstwo P. i T. otrzymuje z P. Z. T. 3 centrale o łącznej pojemności 5 000 numerów.

Pierwsza z tych central na 2 000 numerów będzie zainstalowana w Radomiu, gdzie obecnie pracuje odremontowana po zniszczeniu dokonanym przez okupanta centrala syst. „Salme" (przekaźnikowego) na 1 000 numerów, nie wystarczająca dla miasta o prawie 80 000 mieszkańców. Zwolnioną centralę „Salme" użyje się do rozbudowy centrali w Zakopanem, będącej tego samego systemu.

Druga centrala na 1 600 numerów będzie ustawiona w Białymstoku i pozwoli na usunięcie centrali dotychczasowej, ręcznej CB, która jest ogromnie zużyta i posiada niewystarczającą pojemność.

Trzecia centrala z tej serii na 1 400 numerów przeznaczona jest dla Olsztyna; zastąpi ona pojemnościowo niewystarczającą, zmontowaną z rozmaitego dość już zużytego sprzętu pochodzenia niemieckiego centralę automatyczną na 800 numerów.

Uruchomienie tych 3 central nastąpi w roku przyszłym. W ramach dostaw roku 1949 przewiduje się dostarczenie przez P. Z. T. sprzętu do rozbudowy o 400 numerów do pojemności 1 200 num. centrali automatycznej we Włocławku, która jest pierwszą centralą w Polsce wybudowaną przez P. Z. T., aczkolwiek z wybierakami sprowadzonymi z zagranicy, oraz organów połączeniowych potrzebnych do uruchomienia ograbionej przez okupanta 1 000 numerowej centrali automatycznej w Rzeszowie.

Ponadto w przygotowaniu znajduje się seria, obejmująca 8 central automatycznych 400-numerowych i 1 centralę 600-numerową, które zostaną zainstalowane w Sandomierzu, Starachowicach, Ostrowcu Św., Zamościu, Radomsku, Kutnie, Giżycku, Koninie i Raciborzu. Montaż tych central rozpocznie się w roku przyszłym, uruchomienie zaś nastąpi w roku 1950.

Jednocześnie ze wznowieniem produkcji central automatycznych P. Z. T. wznowiły również produkcję central międzymiastowych. Dla każdej z podanych powyżej central automatycznych, jak również dla central dostarczanych przez firmę Autelco, P. Z. T. wykona odpowiednie centrale międzymiastowe.

Obok central miejskich i międzymiastowych P. Z. T. dostarcza Ministerstwu P. i T. łącznice abonentowe automatyczne o pojemnościach 100, 200 i 400 numerów, co pozwala zaspakajać najbardziej pilne potrzeby w zakresie telefonii abonenckiej.

W roku 1950 produkcja central automatycznych osiągnie liczbę kilkunastu tysięcy numerów, co posunie znacznie naprzód proces telefonizacji, a zarazem automatyzacji kraju.

2. Centrale telefoniczne systemu krzyżowego („crossbar").

W ramach umowy handlowej polsko-szwedzkiej powstały możliwości dostawy central znanej na naszym terenie firmy L. M. Ericsson. Ministerstwo P. i T., wykorzystując te możliwości, zdecydowało się na wprowadzenie do Polski jednego z najbardziej nowoczesnych systemów, systemu „crossbar".

Podstawowymi elementami konstrukcyjnymi tego systemu są: przekaźnik wielosprężynowy i zwykły oraz wybierak krzyżowy, który jako jedyne części ruchome posiada poziome i pionowe drążki nastawne, wykonujące nieznaczne obroty pod działaniem kotwic elektromagnesów; ruch tych drążków powoduje zwieranie się odpowiednich sprężyn stykowych. Dzięki brakowi ślizgających się części stykowych oraz wykonaniu wszystkich styków w postaci podwójnych i z metali szlachetnych, centrale te odznaczają się dużą trwałością i pewnością działania.

Na szczególne podkreślenie w omawianym systemie zasługuje duża jego elastyczność, co pozwala na łatwą rozbudowę i przekształcanie sieci automatycznych stosownie do powstających potrzeb.

Zawierając umowę z firmą L. M. Ericsson Ministerstwo P. i T. zdecydowało, iż na terenie państwa będą istniały obok siebie i rozwijały równolegle dwa systemy: jeden elektromagnetyczny, bezrejestrowy w opracowaniu firmy Autelco, drugi zaś przekaźnikowy, z wybierakami krzyżowymi, rejestrowany w opracowaniu firmy L. M. Ericsson.

Znajdujące się na terenie państwa centrale syst. „Salme" oraz centrale pochodzenia niemieckiego będą eksploatowane aż do zupełnego ich zużycia. Nowych central tych systemów nie będzie się sprowadzało. Natomiast w celu wykorzystania pełnej pojemności już istniejących central zamówiono dla nich urządzenia uzupełniające. Urządzenia takie zamówiono między innymi dla central w Krakowie, Łodzi i Warszawie.

Spodziewana na jesieni rb. dostawa organów połączeniowych pozwoli na podniesienie do 16 000 numerów pojemności centrali łódzkiej (syst. „Salme"), która wskutek zabrania z niej dla centrali w Warszawie (przy ul. Piusa) przeszło 1 500 organów połączeniowych nie może w obecnej chwili obsłużyć więcej niż 10 000 abonentów. Dzięki dalszym dostawom sprzętu, które nastąpią w roku przyszłym, odbuduje się i uruchomi częściowo zniszczone przez okupanta 5 grup 500-numerowych w centrali w Łodzi oraz jedną takąż grupę w centrali bydgoskiej, będącej również — jak centrala łódzka — systemu „Salme". Nadsyłane zaś drobne materiały oraz niektóre brakujące specjalne organy pozwalają na prowadzenie dalszej rozbudowy centrali przy ul. Piusa, dźwigającej główny ciężar komunikacji telefonicznej w Warszawie.

Ogólna pojemność central syst. krzyżowego, które będą dostarczone dla Warszawy w ramach zawartej umowy, wyniesie 37 000 numerów, a dla okręgu podwarszawskiego — 3 000 numerów. Układ sieci w Warszawie będzie w zasadzie taki sam, jaki był przy syst. „Salme". Ponieważ dostawa będzie odbywała się stopniowo i przeciągnie się przez okres kilku lat, przeto, żeby już po zmontowaniu pierwszej centrali nastąpił wzrost pojemności sieci warszawskiej, zdecydowano się na wprowadzenie współpracy między centralami czynnymi obecnie (Piusa, Mokotów, Praga) a dwiema pierwszymi centralami nowego systemu (Zielna, Żoliborz) na okres czasu aż do ukończenia montażu pozostałych central (oprócz centrali na Woli).

Na podstawie ostatecznie ustalonego planu dostaw odbudowa sieci warszawskiej będzie miała przebieg następujący. W październiku 1950 r. rozpocznie się montaż centrali na 10 000 numerów w gmachu przy ul. Zielnej; łącznie z tym będą instalowane urządzenia do współpracy z centralami dotychczasowymi. Po rocznym okresie montażu w październiku 1951 r. nastąpi uruchomienie centrali na Zielnej, dzięki czemu ogólna pojemność sieci w Warszawie wzrośnie od liczby 20 000 num. (Piusa — 10 000 num., Mokotów — 6 000 numerów i Praga — 4 000 num.) do liczby 30 000 num. Styczeń 1952 r. przyniesie dalszy wzrost pojemności sieci do 33 000 num. przez uruchomienie po 6-miesięcznym montażu centrali na Żoliborzu o 3 000 numerów.

Następny półtoraroczny okres czasu od początku roku 1952 do połowy roku 1953 będzie zużyty na zmontowanie nowych central miejskich przy Piusa (10 000 num.), na Mokotowie (6 000 num.) i na Pradze (5 000 num.) oraz nowej centrali międzymiastowej w gmachu Urzędu Telekomunikacyjnego przy ul. Nowogrodzkiej, wyposażonej w urządzenia systemu krzyżowego do automatycznego wybierania obwodów międzymiastowych oraz w dodatkowe urządzenia do wybierania zdalnego. W lipcu 1953 r. nastąpi równoczesne uruchomienie tych czterech nowych central.

Sieć miejska stanie się dzięki temu w pełni jednolita, osiągając liczbę 34 000 numerów. Jako ostatnia w Warszawie uruchomiona będzie w styczniu 1954 r. centrala na Woli na 3 000 numerów, przez co ogólna pojemność central miejskich podniesie się do 37 000 numerów. Jednocześnie z centralą wolską oddane będą do ruchu w okręgu podwarszawskim na kierunkach Otwock i Pruszków nowe centrale automatyczne w ilości 9 o łącznej pojemności 3 000 numerów. Obustronna współpraca między siecią miejską a podmiejską będzie w pełni automatyczna z liczeniem czasowo-strefowym. Numeracja w całej sieci zarówno miejskiej, jak i podmiejskiej będzie jednolita, sześciocyfrowa, umożliwiająca bez wprowadzenia do niej żadnych zmian dalszą szeroką rozbudowę.

Jak wynika z przedstawionego planu dostaw, ogólna pojemność sieci telefonicznej systemu krzyżowego stolicy łącznie z okręgiem osiągnie w roku 1954 liczbę 40 000 num. Liczba ta okaże się niewątpliwie zbyt mała dla zaspokojenia aktualnych potrzeb stolicy. Biorąc za podstawę przedwojenny współczynnik procentowy pojemności central w stosunku do liczby mieszkańców stolicy, niedobór pojemności nowych central stolicy w momencie ostatecznego zakończenia ich budowy, tj. w roku 1954 można określić na około 20 000 numerów.

Łącznie z decyzją zamówienia dla Warszawy central syst. krzyżowego postanowiono uruchomić w kraju produkcję sprzętu tego systemu. W związku z tym zawarto odpowiednią umowę z firmą Ericsson w sprawie udzielenia polskiemu przemysłowi teletechnicznemu licencji na produkowanie sprzętu syst. krzyżowego, jak również wszelkiej pomocy technicznej przy uruchomieniu fabrykacji.

Obok central miejskich polski przemysł teletechniczny będzie produkował na podstawie licencji Ericssona

również centrale abonentowe, przy czym produkcja tych ostatnich poprzedzi produkcję central miejskich. Początkowo będą to łącznice o małej pojemności (do 40 num.) z wybierakami obrotowymi typu ALD. Produkcja tych central będzie się opierała w pierwszym okresie na podzespołach dostarczanych przez f. Ericsson, następnie zaś na podzespołach własnych.

Po przeszkoleniu personelu technicznego na tych mniejszych obiektach, nie nastręczających tak wielkich trudności, przemysł krajowy podejmie produkcję central systemu krzyżowego, zarówno abonentowych jak i miejskich. Należy się spodziewać, że z chwilą zakończenia dostaw dla Warszawy przez firmę L. M. Ericsson dalszą rozbudowę central warszawskich będzie można prowadzić już przy pomocy sprzętu produkcji krajowej.

3. Centrale ręczne.

Komunikacja telefoniczna na wsiach i w mniejszych ośrodkach miejskich opiera się w dalszym ciągu na łącznicach ręcznych MB. Braki na tym odcinku po zakończeniu działań wojennych były bardzo duże. Dzięki stosunkowo licznym dostawom przemysłu krajowego stan ilościowy łącznic MB wzrósł znacznie. Można przyjąć, że najpilniejsze potrzeby zostały już zaspokojone.

Łącznice CB instaluje się jako centrale miejskie tylko w wyjątkowych wypadkach. Głównie służą one jako łącznice abonentowe, na które zapotrzebowanie jest stale bardzo duże. Wobec nieznacznych, jak dotychczas, dostaw łącznic abonentowych automatycznych przeważną część zgłoszeń na centrale abonentowe wypadnie zaspakajać w ciągu najbliższego okresu czasu, aż do momentu rozwinięcia się produkcji krajowej abonentowych central automatycznych, przy pomocy łącznic CB.

4. Centrale międzymiastowe.

Odbudowa central międzymiastowych prowadzona jest energicznie, ale jak do tej pory wyłącznie sposobem gospodarczym. Wszystkie większe centrale międzymiastowe, które uległy zniszczeniu jak w Warszawie, Poznaniu, Gdyni, Szczecinie, Wrocławiu, zostały już uruchomione. Pierwsze dostawy nowych central międzymiastowych z P. Z. T., o których wspomniano poprzednio, rozpoczną się dopiero w bieżącym roku. Całość tego pierwszego zamówienia obejmuje 140 stanowisk.

Wszystkie miasta, w których będzie się instalowało nowe centrale miejskie automatyczne, dostarczane tak przez P. Z. T. jak i przez firmę „Autelco", otrzymają nowe kompletne centrale międzymiastowe przystosowane do ruchu przyśpieszonego. Współpraca z centralami miejskimi automatycznymi będzie się odbywała za pośrednictwem specjalnych organów połączeniowych, pozwalających na włączanie się telefonistki międzymiastowej do istniejącej rozmowy lokalnej i, jak to było praktykowane dotychczas, przymusowe jej rozłączanie.

Panuje jednak obecnie tendencja, ażeby urządzenia techniczne przyszłych central automatycznych i międzymiastowych pozwalały telefonistce jedynie na równoległe przyłączenie się do istniejącego połączenia i zawiadomienie abonenta o nadejściu do niego rozmowy międzymiastowej, natomiast nie dawały jej możności przymusowego przerywania tego połączenia. To ostatnie powinno być uzależnione wyłącznie od woli abonenta. W ten sposób osiągnie się jednolitość organów połączeniowych również i w ostatnim stopniu łączenia automatycznych central miejskich.

Powyższa zasada została przyjęta także dla central nowej sieci warszawskiej, które dostarczy firma Ericsson.

ANT. KONARSKI

Zarys rozwoju teletechnicznych urządzeń stacyjnych

II. Urządzenia telegraficzne*)

Treść. Stan przedwojenny publicznej przewodowej sieci telegraficznej w Polsce, jej zniszczenie i dotychczasowa odbudowa. Stan obecny i zarys dalszej odbudowy. Oczekiwane w najbliższym dziesięcioleciu przekształcenie sieci przez automatyzację i przez przybliżenie punktów krańcowych do nadawcy i adresata. Podstawy techniczne sieci obecnej i przyszłej: dalekopis, telegrafia nośna, centrale telegraficzne. Radiotelegrafia, telegrafia kolejowa.

1. Organizacja sieci telegraficznej.

Organizacja dotychczasowa. Publiczna sieć telegraficzna powstała i rozwijała się przez całe stulecie jako sieć połączeń stałych między urzędami pocztowo-telekomunikacyjnymi (stacjami telegraficznymi).

Punktami końcowymi tej sieci są aparaty telegraficzne ustawione w urzędach pocztowo-telekomunikacyjnych i obsługiwane przez zawodowy personel telekomunikacyjny. Publiczność korzysta z nich po stronie nadawczej z reguły przez nadanie telegramu w okienku; niewielka liczba nadawców dyktuje swoje telegramy przez telefon do tzw. centrali depesz, która przekazuje je w formie pisemnej na aparaty. Po stronie adresata regułą jest doręczenie telegramu przez depeszowego; tylko adresatom, którzy odpowiednio się zorganizowali, dyktuje się telegram telefonicznie, a wykonywa to też centrala depesz, otrzymawszy telegram z aparatu również w formie pisemnej.

Połączenia między urzędami są połączeniami stałymi, tj. do danego łącza telegraficznego są po obu końcach na stałe przyłączone aparaty telegraficzne, ustawione w określonych urzędach (nieco inaczej jest tylko w morsowskich połączeniach okólnikowych, ale te grają rolę jedynie podrzędną). Rzecz jasna, że nie ma mowy o połączeniu każdego urzedu w kraju, a tym bardziej każdego na świecie z każdym z pozostałych, lecz dany urząd ma połączenia tylko z ograniczoną, przeważnie nawet bardzo ograniczoną liczbą urzędów innych. Jeżeli telegram idzie do urzędu odbiorczego takiego, który z danym urzędem nadawczym nie ma połączenia bezpośredniego, to trzeba go po drodze przetelegrafowywać. Tak np. telegram z Rzeszowa do Grudziądza idzie łączami Rzeszów — Kraków, Kraków — Bydgoszcz i Bydgoszcz — Grudziądz; w Krakowie i w Bydgoszczy trzeba go przetelegrafować. W tym większej mierze dzieje się to w obrocie międzynarodowym. Przetelegrafowanie polega na odebraniu telegramu z jednego kierunku, przeniesieniu go w formie pisemnej z aparatu na aparat i wysłaniu w drugim kierunku.

*) Stan zagadnienia w chwili obecnej (marzec 1948 r.)

Opisana organizacja sieci telegraficznej, datująca się od zarania telegrafii w ogóle, tj. gdzieś od połowy wieku XIX, panuje dotychczas.

Zaniesienie telegramu z biura czy mieszkania nadawcy do okienka urzędu nadawczego, przetelegrafowywanie go po drodze i odniesienie przez depeszowego z urzędu odbiorczego do biura czy mieszkania adresata pochłania dużo czasu. Taka forma wymiany nie pozwala skrócić przebiegu przeciętnego telegramu poniżej paru godzin, a czynności pomocnicze kosztują wiele pracy.

Zaczątki uelastycznienia. Instytucje o ruchu telegraficznym szczególnie wielkim, a skupionym w pewnych określonych kierunkach, już dziś zaczynają zwalniać się od konieczności noszenia telegramów na pocztę i ich odbierania przez depeszowego, czy od wymieniania ich z centralą depesz drogą żmudnego dyktowania przez telefon. Instytucjami tymi są głównie ośrodki informacji prasowej i ośrodki dyspozycji gospodarczej, a rozwiązaniem opartym na wykorzystaniu technicznych właściwości dalekopisu — połączenie telegraficzne wydzierżawione. Polega ono na tym, że instytucja dzierżawi w publicznej sieci telegraficznej na stałe łącze (np. między Warszawą a Katowicami) przedłużone w jednej i drugiej miejskiej sieci telefonicznej i przyłączone do aparatów telegraficznych, mianowicie dalekopisów, ustawionych w jej biurach. W ten sposób telegram idzie odrazu z miejsca do miejsca i jest u adresata w tej samej chwili, w której wychodzi od nadawcy. Tą drogą można nie tylko wymieniać telegramy jako wyodrębnione całości, ale i toczyć „rozmowy" telegraficzne, w których pytania i odpowiedzi następują po sobie w sposób ciągły.

Łączy telegraficznych na stałe wydzierżawionych jest w Polsce w tej chwili kilkadziesiąt.

Obok tego są instytucje, których ruch nie jest tak wielki, by się im opłacało dzierżawić łącze na stałe, lecz dość znaczny, by uznać za korzystne posiadanie dalekopisu u siebie w biurze. W krajach przemysłowo przodujących interesanci tego typu korzystają z telegraficznych połączeń abonenckich. Szczególne powojenne warunki w Polsce spowodowały dotkliwe opóźnienie otwarcia ruchu abonenckiego. Zamiast niego wyrobiła się u nas swoista forma korzystania z urządzeń telegraficznych, mianowicie abonament godzinowy. Polega to na tym, że między określonymi abonentami posiadającymi u siebie dalekopisy dokonywa się połączenia telegraficznego o pewnej określonej godzinie, z góry zamówionej i co dzień tej samej, na pewien z góry określony czas, przeważnie na godzinę albo na dwie. W ten sposób jedno łącze telegraficzne międzymiastowe może w ciągu doby obsłużyć kolejno kilku a nawet kilkunastu abonentów. Abonamentów tego typu jest obecnie również kilkadziesiąt.

Telegrafia abonencka. Pełnowartościową formą przybliżenia telegrafu do nadawcy i adresata jest telegrafia abonencka. Instytucja stale korespondująca telegraficznie ma dalekopis u siebie w biurze i może dowolnie uzyskiwać połączenie z każdym innym dalekopisem tego rodzaju. W przeciwieństwie do telefonii telegraficzny obrót miejscowy gra rolę znikomą i telegrafia abonencka ma zastosowanie prawie wyłącznie w ruchu międzymiastowym i międzynarodowym.

Również w przeciwieństwie do telefonii telegrafia abonencka nie przeszła przez stadium central ręcznych, lecz powstała odrazu jako automatyczna. Centrale ręczne istnieją wprawdzie gdzie niegdzie, lecz grają rolę podrzędną. Trzon sieci stanowią centrale automatyczne, technicznie bardzo zbliżone do automatycznych central telefonicznych. Do wybierania numeru abonenta żądanego służy zainstalowana przy dalekopisie tarcza numerowa taka sama jak przy telefonie, bądź też żądany numer bywa przetelegrafowany do registra centrali przy pomocy samego dalekopisu.

Telegrafia abonencka powstała przed kilkunastu laty i poważnie się rozwinęła naprzód w Anglii i w Niemczech, a następnie i w innych krajach przemysłowych. Do nas przed wojną nie dotarła. W okresie powojennego wyniszczenia nie zdołaliśmy się dotąd zdobyć na jej zastosowanie.

Automatyczna sieć telegrafii abonenckiej obejmuje z reguły obszar jednego państwa. Technicznie mogłaby ona objąć choćby całą kulę ziemską, w przeciwieństwie bowiem do telefonii nie ma tutaj trudności rosnących ze wzrostem zasięgu. Międzypaństwowy ruch pełnoautomatyczny nasuwa natomiast pewne zastrzeżenia z punktu widzenia administracyjnego. W wymianie międzypaństwowej stosuje się przeto powszechnie ruch półautomatyczny, tj. pośrednictwo stanowiska ręcznego, mianowicie jednego, po stronie abonenta wywołującego.

Abonenckie połączenia telegraficzne podobnie do międzymiastowych rozmów telefonicznych są płatne od czasu i strefy, przy zastosowaniu liczników czasowo-strefowych, lub też przy pomocy drukarników, które samoczynnie drukują rachunek przy każdym połączeniu. Odnośną technikę przyjęto żywcem z telefonii.

Koszt połączeń abonenckich jest stosunkowo niewielki. Przy taryfie opartej na racjonalnej kalkulacji abonament dalekopisu opłaca się już przy kilku średniej długości telegramach dziennie.

Świadomie tu pominięto pewną przejściową formę telegrafii abonenckiej. W Polsce nie była ona i nigdy chyba nie będzie stosowana. Mowa tu jest o komunikacji telegraficznej po łączach telefonicznych, zwanej jednotonówką albo „teleksem". Dla uniknięcia nieporozumień należy zwrócić uwagę, że wyraz „telex" zaczyna być ostatnio stosowany w niektórych krajach w znaczeniu telegrafii abonenckiej w ogóle.

Automatyzacja sieci publicznej. Telegrafia abonencka rozwiązuje problem natychmiastowości komunikacji telegraficznej, lecz tylko dla klientów, których stać na zainstalowanie dalekopisu i udział w koszcie zainstalowania centrali i którym to się kalkuluje, tj. tylko dla instytucyj o ruchu znaczniejszym. Poza jej zasięgiem pozostają szerokie rzesze obywateli wysyłających i odbierających telegramy tylko od czasu do czasu i dlatego skazanych na okienko i depeszowego. Lecz częściowo można i im udostępnić dobrodziejstwa, z których korzystają abonenci stali. Mamy tu na myśli zaoszczędzenie czasu przetelegrafowywania.

Pożądane jest, by telegram nadany w okienku (lub telefonem), dajmy na to w Rzeszowie, od razu dochodził do Grudziądza (gdzie go doręczy depeszowy czy przetelefonuje centrala depesz), by go po drodze nie trzeba było raz czy parę razy przetelegrafowywać. Rozwiązanie polega na uwolnieniu się od więzów połączeń sztywnych, na zastąpieniu ich połączeniami zautomatyzowanymi. Aparatów poszczególnych urzędów pocztowo-telekomunikacyjnych (zupełnie jak aparatów abonenckich) nie łączy się na sztywno, lecz przyłącza się je do central, za których pośrednictwem każdy z nich może dostać połączenie z każdym innym. W przytoczonym przykładzie Rzeszów, mając telegram do Grudziądza, łączy się z nim za pośrednictwem centrali czy odpowiednich central i nadaje telegram wprost na aparat grudziądzki. Odpada strata czasu na przetelegrafowywanie i odpada związany z tym znaczny nakład pracy, oczywiście kosztem wydatków na potrzebne na ten cel urządzenia.

Pierwszą sieć o takim ustroju uruchomiono w roku 1940 w Danii. Niedawno opublikowano podobne projekty opracowane dla Francji i dla Holandii. Inne państwa pójdą niewątpliwie w ich ślady.

Automatyzacja publicznego obrotu telegraficznego wysuwa potrzebę szczegółowego opracowania kilku kwestii ubocznych, związanych z koniecznością osiągnięcia absolutnej pewności, że telegramy nie giną (pod tym względem nie obeszło się w sieci duńskiej bez zgrzytów), z opanowaniem trudności, które może nastręczyć zajętość aparatów lub łączy, wreszcie z korygowaniem ewentualnych omyłek. Rozpatrywanie tutaj tych kwestii przekroczyłoby ramy niniejszego referatu.

Rozbudowa sieci telegraficznej w Polsce. Długoterminowy plan rozbudowy sieci telegraficznej w Polsce nie został jeszcze ustalony ze strony urzędowej, lecz przewidywania i poglądy fachowców są skonkretyzowane całkowicie.

Nie ulega wątpliwości, że gdy tylko zaopatrzenie kraju w sprzęt pozwoli na całkowite zaspakajanie potrzeb telekomunikacyjnych, punkt ciężkości ruchu telegraficznego spocznie na telegrafii abonenckiej. Wymiana za pośrednictwem okienek i depeszowych będzie wobec niej czynnikiem drugorzędnym. Liczbę dalekopisów abonenckich za kilka lat trzeba ocenić na parę tysięcy, liczba aparatów w urzędach pocztowo-telekomunikacyjnych nigdy prawdopodobnie nie przekroczy tysiąca. Odwrotnie przeto niż obecnie trzonem przyszłej sieci telegraficznej będą urządzenia ruchu abonenckiego.

Czy obok tego budować sieć osobną dla urzędów pocztowo-telekomunikacyjnych? Nic nie przemawia za takim rozwiązaniem. Przeciwnie, aparaty w urzędach będzie można z korzyścią włączyć do tej samej sieci, zaprojektowawszy ją tak, by służyła potrzebom jednych i drugich.

Obraz przyszłej sieci z punkty widzenia eksploatacji zarysowuje się więc w formie następującej. Obszar kraju jest objęty siecią wzajemnie powiązanych automatycznych central telegraficznych. Interesanci o dużym ruchu telegraficznym abonują przyłączone do tych central dalekopisy, zainstalowane w ich biurach, może nawet i mieszkaniach, i za ich pomocą przesyłają sobie telegramy bezpośrednio z miejsca do miejsca lub prowadzą telegraficzne rozmowy. Kto wysyła i odbiera telegramy rzadziej, korzysta, jak i dotąd z usług okienka i depeszowego; stopień pośredni stanowią ci, którzy telegramy nadają i odbierają telefonem, lecz również za pośrednictwem miejscowego urzędu pocztowo-telekomunikacyjnego. Dalekopisy urzędów są również przyłączone do centrali telegraficznej. Urząd, przyjąwszy telegram w okienku czy przez telefon, łączy się automatycznie z dalekopisem urzędu przeznaczenia i bezpośrednio nadaje mu telegram, który przekazuje się telefonicznie lub doręcza przez depeszowego.

Porównanie z siecią telefoniczną. Historyczne koleje wzajemnego stosunku telegrafii a telefonii nie są pozbawione pewnych akcentów dramatycznych. Datą powstania telegraf wyprzedził telefon o lat kilkadziesiąt. Kiedy telefon wynaleziono, telegrafia by-

ła już środkiem komunikacyjnym całkowicie dojrzałym, który zdążył osnuć całą kulę ziemską siecią swych przewodów i kabli. Przez pierwszych kilka lat wręcz nie uważano telefon za coś innego, jak za pewną pomocniczą odmianę telegrafu, nie myślano dlań nawet o innym użytku, jak przekazywanie telegramów między stacją telegraficzną a filiami urzędów pocztowych. Pod względem sieciowym telefon odrazu począł korzystać z gotowego; z miejsca przyswoił sobie całą technikę przewodową, wypracowaną przez telegrafię.

Lecz niebawem przyszły centrale telefoniczne, zrazu miejskie, potem międzymiastowe, naprzód ręczne, potem i automatyczne. Telefon opanował biura i fabryki, wtargnął do mieszkań, wyposażył się w kable dalekosiężne i wzmacniaki, otworzył epokę, w której w całym kraju, ba, na całym świecie każdy w każdej chwili może rozmawiać z każdym.

Przez cały ten czas telegraf doskonalił wprawdzie swoje aparaty, lecz organizacyjnie trwał w formach zakrzepłych. Przełamało się to dopiero w czwartym dziesięcioleciu bieżącego wieku, kiedy z kolei i telegraf ruszył na podbój nowych dziedzin zastosowania; wyrwawszy się z czterech ścian urzędu pocztowo-telekomunikacyjnego telegraf wdziera się wszędzie za telefonem, chce dotrzeć do użytkownika bezpośrednio i opiera swój ruch na centralach automatycznych, gdzie korzystając z kolei z gotowego przejmuje żywcem z telefonii technikę tych central, jak nieco już wcześniej w zakresie przewodów żywcem przejął telefoniczną technikę kablową.

Telegraf w porównaniu z telefonem pokonywa odległości nieporównanie łatwiej. Najliczniejszym zastosowaniem telefonu jest sieć miejska, telegrafu — międzymiastowa; odpowiednikiem telefonicznej sieci międzymiastowej jest telegraficzna sieć międzynarodowa. Okres dzisiejszy jest okresem pełnego rozkwitu automatyzacji telefonii miejskiej i automatyzacji telegrafii międzymiastowej; ruch półautomatyczny jest sprawą na dobie dla telefonii międzymiastowej i dla telegrafii międzynarodowej; dla pierwszej z nich stoimy przed problemami pełnej automatyzacji i podobne problemy nastręcza pełna automatyzacja drugiej.

P o ś r e d n i c t w a   t e l e g r a f i c z n e. Wszystko, o czym się dotąd mówiło, nawiązuje bezpośrednio do osiągnięć krajów technicznie przodujących i w przekonaniu specjalistów jest bezsporne. Zasługuje na uwagę jeszcze jeden nowy pomysł. Chodzi o to, że skazywanie tych, którzy nie mają dalekopisu abonenckiego ani telefonu, na korzystanie wyłącznie z okienka i depeszowego nie wydaje się rzeczą nieuniknioną. Współczesne formy organizacyjne i techniczne międzymiastowego ruchu telegraficznego są odpowiednikiem form ruchu telefonicznego miejskiego. A przecież nie jest tak, żeby ci, którzy nie mają telefonu w domu, musieli dla rozmowy miejskiej koniecznie chodzić do rozmównicy urzędu pocztowo-telekomunikacyjnego. Wszak dla tej kategorii publiczności istnieją dostępne telefony po aptekach, sklepach i kawiarniach. Przedsiębiorstwa te są abonentami telefonu i za opłatą pozwalają zeń korzystać innym.

Wydaje się rzeczą godną zalecenia i możliwą przeniesienie takiej praktyki i do telegrafii. Łatwo sobie wyobrazić prywatne przedsiębiorstwo, które abonuje dalekopis abonencki, a za stosowną opłatą pozwala nadawać zeń telegramy przygodnym użytkownikom. Korzyść polega na tym, że pośrednictw takich może być o wiele więcej niż urzędów pocztowo-telekomunikacyjnych i mogą one być rozmieszczone o wiele gęściej. Tak samo rzecz się ma i po stronie adresata. W kwestii doręczania telegramów nastręcza się nawet parę rozwiązań logicznych i nie trudnych do zastosowania. Rzecz istotna polega na tym, żeby polityka taryfowa i koncesyjna zarządu pocztowego wytwarzała warunki sprzyjające powyższej praktyce, a życie niewątpliwie wyrobi najpożyteczniejsze rozwiązanie kwestii.

2. Rozwój techniczny.

S t a n   p r z e d w o j e n n y. W trzecim dziesięcioleciu bieżącego wieku Polska posiadła sieć telegraficzną dobrze zorganizowaną i gęsto rozbudowaną na poziomie ówczesnej techniki światowej.

Technika ta ze strony aparatowej opierała się na kilku typach, stosowanych zależnie od nasilenia ruchu w danej relacji. W warunkach polskich były to głównie morsy, juzy i bodoty. Przy zasadzie działania i budowie bardzo różnej aparaty te miały jedną cechę wspólną, decydującą o sposobach ich zastosowania: wymagały obsługi o swoistym wyszkoleniu. Liczba ich w chwili wybuchu wojny wynosiła w liczbach okrągłych 1 200 morsów, 200 juzów i 18 bodotów.

Ze strony liniowej ówczesną sieć polską tworzyły w głównej mierze tory napowietrzne prądu stałego.

N a r o d z i n y   t e l e g r a f i i   n o w o c z e s n e j. Około roku 1930 światowa technika telegraficzna uczyniła wielki krok naprzód o skutkach, jak się okazało, rewelacyjnych. Złożyły się nań dwa czynniki: dalekopis i kablowanie sieci.

Dalekopis, który powstał jako końcowy wynik długotrwałej i systematycznej pracy konstruktorskiej, datującej się jeszcze od Emila Baudot, tym się zasadniczo różni od aparatów dawniejszych, że pod względem manipulacyjnym jest identyczny z maszyną do pisania, a więc nie wymaga specjalnego wyszkolenia obsługi; pracować na nim może każdy. Obok tego ma znaczne zalety konstrukcyjne. Stał się on aparatem uniwersalnym, wobec którego wszystkie poprzednie (z wyjątkiem przypadków specjalnych) straciły rację bytu.

Okoliczność zasadnicza polegająca na tym, że dalekopis jest aparatem dostępnym dla laika, uwolniła telegraf od obowiązku zawodowej obsługi i otworzyła mu drogę w szeroki świat. Dalekopis zaczął wkraczać do miejsc pracy nadawców i adresatów.

Zastosowanie kabli zostało wywołane przez co innego. Kiedy telefonia przeszła na kable dalekosiężne i zaczęła porzucać linie napowietrzne, utrzymywanie ich dla samego telegrafu, a tym bardziej budowanie dlań nowych linii stało się kosztowne. Poszukano sposobów współużywania przez telegraf istniejących już kabli telefonicznych, znaleziono je i niebawem okazało się, że są bardzo korzystne.

Pierwszą próbą w tym kierunku była telegrafia podakustyczna, będąca odmianą starej telegrafii stałoprądowej, a pozwalająca utworzyć po każdej czwórce kablowej już wykorzystanej telefonicznie dodatkowo dwa łącza telegraficzne.

Wkrótce po tym przyszła telegrafia nośna, która wprawdzie (w zwykłej swej postaci) zajmuje tory kablowe dla samej siebie, lecz za to daje wiele łączy naraz. Obecnie stosuje się powszechnie telegrafię 18-krotną, tj. tworzy się na dwóch torach kablowych (macierzystych albo pochodnych), wykorzystanych w paśmie od 360 do 2520 okr./sek. (w liczbach okrągłych) 18 łączy telegraficznych. Przy będącym w toku podwyższeniu w kablach częstotliwości granicznej pasmo wykorzystywane będzie rozszerzone do 324 okr./sek., a liczba łączy telegraficznych zwiększona do 24.

Okazało się niebawem, że na odległościach powyżej stu z czymś kilometrów telegrafia nośna jest korzystniejsza i tańsza od podakustycznej, której zakres zastosowania skurczył się do połączeń dobiegowych, a więc i zmalało jej zastosowanie; nie chodzi więc już teraz o utworzenie w danym kablu aż tylu stałoprądowych łączy, jak sądzono zrazu. Zamiast przeto tworzyć po dwa łącza na czwórkę, wykorzystując tory macierzyste wspólnie z telefonem, zaczęto wykorzystywać tory dla telefonu nieużyteczne, mianowicie tory pochodne wyższego rzędu, których jest wprawdzie mniej, bo tylko jeden na dwie czwórki, lecz których wykorzystanie jest łatwiejsze i tańsze. Tak powstała telegrafia superfantomowa (dwupochodna, ósemkowa).

W ten sposób współczesnym sposobem prowadzenia łączy telegraficznych kablem dalekosiężnym jest na odległościach większych telegrafia nośna, na mniejszych — superfantomowa. Telegrafia podakustyczna wszędzie wychodzi z użycia, w Polsce nie ma jej wcale.

Gdzie nie ma kabla, telegrafuje się po staremu przewodem napowietrznym, na ogół po torze symultanowym. Lecz i tu weszły w użycie wysubtelnione środki schematowe i konstrukcyjne, opracowane w telegrafii kablowej.

W Polsce, która miała doskonale rozbudowaną i doskonale prosperującą sieć telegraficzną z okresu poprzedniego, opisane nowe środki techniczne zrazu nie znalazły

szerszego pola zastosowania i do chwili wybuchu wojny nie odegrały większej roli.

Zniszczenia wojenne. Niemcy rozbudowali w Polsce rozległą sieć telekomunikacyjną głównie z punktu widzenia potrzeb wojska i gestapo. W sieci zaś pocztowej wszystkie dotychczasowe aparaty telegraficzne — morsy, juzy i bodoty — znieśli całkowicie i prawie bez wyjątku je zniszczyli, a na ich miejsce zainstalowali dalekopisy. W związku z rozbudową sieci kabli dalekosieżnych założyli wiele urządzeń telegrafii nośnej i superfantomowej.

Na podstawie danych fragmentarycznych można ocenić liczbę dalekopisów czynnych za Niemców w sieci pocztowej na obszarze Polski na blisko 1 000. O dane co do sieci wojskowej i policyjnej jeszcze trudniej, lecz było w niej dalekopisów chyba drugie tyle. Do tego dochodzi na zachodzie jakieś 200 dalekopisów abonenckich po fabrykach, bankach i instytucjach administracyjnych.

W roku 1944—45 wszystko to uległo prawie zupełnemu zniszczeniu. Ucierpiały zwłaszcza dalekopisy, które jako aparaty łatwo przenośne zawsze można było jeszcze w ostatniej chwili zabrać na samochód. Lecz i urządzenia nośne w znacznej części zdemontowano, a gdzie nie było czasu, tam potłuczono lampy i mierniki. Reszty spustoszenia dokonało przetoczenie się walca działań wojennych. Polska telegrafia wyszła po wojnie bez śladu swego wyposażenia przedwojennego, a ze szczątkami zaledwie sprzętu okupacyjnego.

Odbudowa w okresie dotychczasowym i stan obecny. Przystępując po wyzwoleniu kraju do odbudowy sieci telegraficznej, nie powróciliśmy, oczywiście, do wyniszczonych elementów przestarzałych, do juzów i bodotów oraz do sieci napowietrznej. Odbudowa operuje od początku aparatami dalekopisowymi i łączami kablowymi.

Początek uczyniła niewielka liczba dalekopisów poniemieckich ocalałych w kilku urzędach nie zniszczonych. Nieco dalszych odnalazło się poukrywanych. Kilkadziesiąt zepsutych udało się wyremontować dzięki zapałowi i ofiarności pracowników telekomunikacyjnych. Kupić nowych dalekopisów za granicą nie można było do roku 1947 nigdzie i za żadną cenę, wszędzie bowiem rynek wewnętrzny pochłaniał całą produkcję. Natomiast dwieście z czymś aparatów „demobilowych" częścią już nadeszło, częścią nadchodzi w ramach dostaw UNRRA. Aparaty z normalnego zakupu zaczną nadchodzić za kilka miesięcy.

W dziedzinie linii główna część sieci dotychczasowej opiera się na urządzeniach nośnych i superfantomowych uzyskanych po Niemcach przeważnie w stanie uszkodzonym i mozolnie wyremontowanych, w okresie zwłaszcza początkowym, inicjatywą i staraniem jednego tylko człowieka. Resztę stanowią odbudowane przewody napowietrzne.

W chwili obecnej liczba czynnych dalekopisów sieci publicznej przekracza 280 i szybko wzrasta. Prócz tego prowizorycznie uruchomiono około 70 ocalałych morsów. Liczba placówek telekomunikacyjnych wyposażonych w aparaty telegraficzne przekracza 130. Czynnych jest 16 urządzeń telegrafii nośnej o 180 kanałach i kilkadziesiąt kanałów superfantomowych. Ogółem sieć publiczna liczy 165 łączy telegraficznych krajowych i 8 międzynarodowych, do czego dochodzą już wymienione w rozdz. 1 łącza wydzierżawione i abonowane na godziny.

Pod względem organizacyjnym odbudowę trzeba było zacząć od zaspokojenia potrzeb podstawowych, to jest właśnie od połączeń urzędów pocztowo-telekomunikacyjnych i to połączeń stałych. Wszystko co odbudowano dotąd — poza ową niewielką liczbą łączy w dzierżawie i w abonamencie godzinowym — dotyczy tych właśnie połączeń.

Ubocznie warto może wspomnieć, że abonamenty godzinowe do ostatnich czasów obywały się bez łącznic, których nie było. Ostatnio uruchomiono łącznice na ten cel w Warszawie, w innych węzłach nie ma ich dotąd. Połączenia są tworzone środkami obsługi technicznej. Fakt, że mimo to działają one ku zadowoleniu abonentów, jest dobitnym dowodem sprawności i gorliwości personelu technicznego.

Plan bliskiej przyszłości. Podstawowe potrzeby komunikacji telegraficznej są wciąż dalekie od zaspokojenia, jak dobrze wiadomo odbiorcom telegramów. To też jeszcze przez 2 lata wszystkie rozporządzalne środki osobowe, techniczne i pieniężne będą musiały służyć odbudowie w tym zakresie, tj. zagęszczaniu sieci stałych połączeń między urzędami.

Odbudowę będzie można uznać za ukończoną wówczas, gdy dalekopis mieć będzie każda miejscowość o ruchu telegraficznym grającym jakąś rolę, w szczególności każda miejscowość uprzemysłowiona, uzdrowiskowa itp., kiedy co najmniej jeden dalekopis będzie w każdym powiecie i kiedy liczba łączy dojdzie do takiego poziomu, że czas przebiegu telegramu nigdzie nie będzie przekraczał paru godzin.

Pod względem technicznym odbudowa pójdzie torem dotychczasowym. Wyposażenie aparatowe i nadal tworzyć będą dalekopisy, których liczba w opisanym stadium musi się zbliżyć do 1 000. Trzon sieci łączy opierać się będzie i nadal na telegrafii nośnej, w której liczba kanałów dozna mniej więcej podwojenia, a uzupełniać go będą tory superfantomowe i napowietrzne.

Pewną osobliwość w tym schemacie będzie stanowił nasz pierwszy kabel morski, mianowicie kabel Kołobrzeg — Bornholm, który jest właśnie w odbudowie ze szczątków poniemieckich i który da przez Danię sprawną drogę komunikacyjną z całą Europą północną i północno-zachodnią. Jego uruchomienie jest oczekiwane w najbliższych miesiącach. Na lądzie będzie on przedłużony torem kabla dalekosieżnego i pozwoli utworzyć łącze Warszawa—Fredericia (w Danii). Ze względu na znaczna pojemność kabla morskiego łącze to będzie eksploatowane wistonami z półautomatyczną retransmisją i automatycznym deszyfrowaniem.

Już w omawianym okresie odbudowy przygotowuje się jeden krok przekraczający jej ramy. Będzie nim uruchomienie pierwszej w Polsce automatycznej centrali telegraficznej z ocalałego sprzętu poniemieckiego, zamierzone na początek roku 1949. Centrala ta jednak, z punktu widzenia całości polskiej sieci, będzie grała rolę raczej fragmentaryczną o charakterze poniekąd doświadczalnym.

Plan dalszej przyszłości. Po przywróceniu w telegrafii stanu przedwojennego pod względem nasycenia komunikacyjnego przyjdzie kolej na jej właściwą rozbudowę. Rozbudowa ta w zakresie dającym się już obecnie z gruba zaprojektować jest przewidziana na okres do roku 1957, kiedy powinna zaspokoić potrzeby nasze w szerszym zakresie.

Trzon telegraficznej sieci automatycznej będą stanowiły centrale węzłowe w liczbie prawdopodobnie 5 (Warszawa, Katowice, Wrocław, Poznań, Toruń). Im podporządkowane centrale końcowe staną we wszystkich główniejszych ośrodkach ruchu telegraficznego w liczbie około 20. Centrale węzłowe będą wzajemnie połączone wiązkami kanałów telegrafii nośnej. Podobne kanały łączyć będą każdą z zamiejscowych central końcowych z właściwą centralą węzłową.

W centralach końcowych zbiegną się łącza abonentowe, wiodące do dalekopisów abonenckich i do dalekopisów w urzędach pocztowo-telekomunikacyjnych. Łącza te zależnie od długości i rodzaju istniejącej linii teletechnicznej będą nośne, superfantomowe i napowietrzne, a w obrębie sieci miejskiej będą to zwykłe pary kablowe. Dalekopisy jedne i drugie odpowiednio wyposażone będą się łączyć między sobą automatycznie.

Do wymiany międzynarodowej służyć będą stanowiska ręczne. Obecnie brak jeszcze danych do decyzji, czy wypadnie je ustawić wszystkie w Warszawie, czy rozdzielić na poszczególne centrale węzłowe.

Przewidywana liczba aparatów i łączy jest w tej chwili przedmiotem rozważań czynników kompetentnych, przedwcześnie by więc było już teraz podawać jakieś określone liczby. W każdym razie wszystkie rachunki, a przeprowadzono je kilku różnymi metodami, prowadzą do liczb, które w pierwszej chwili każdego, nawet specjalistę, uderzają swą wysokością.

Trzeba jednak jasno zdać sobie sprawę, że rozbudowa telegrafii to przede wszystkim budowa telegrafii abonenckiej. Nie jest to powiększenie czegoś, co już istniało dotychczas, lecz jest stworzeniem dziedziny usług zupełnie nowej, której dotąd nie było. Przykładanie do przy-

szłej sieci miary sieci dotychczasowej musi prowadzić do paradoksów podobnych tym, do których doprowadziłoby w roku 1923, gdy rodziła się radiofonia, ocenianie liczby odbiorników radiowych na rok 1933 miarą liczby radiostacji istniejących w 1923 r.

3. Sieci uzupełniające.

Radiotelegraf. Powyżej omówiono sieć telegrafii przewodowej. Wspólnie z nią te same potrzeby komunikacyjne zaspakają radiotelegraf czynny głównie w połączeniach międzynarodowych, zwłaszcza dalszych. Omówienie strony technicznej odbudowy i rozbudowy radiotelegrafu nie wchodzi w zakres niniejszego referatu.

Sieć kolejowa. Obok publicznej sieci telegraficznej istnieje w państwie sieć telegrafu kolejowego, a raczej dwie takie sieci: sieć administracyjna i sieć zabezpieczenia ruchu. Pierwsza z nich, acz mniejsza ilościowo, charakterem eksploatacyjnym i technicznym jest bliska sieci publicznej, podobne przechodziła losy i może oczekiwać podobnych kierunków rozbudowy. W sieci zabezpieczenia ruchu swoiste jej warunki jak dotąd nie pozwoliły porzucić tradycyjnej postaci sieci morsowskiej o łączach napowietrznych.

PROF. DR INŻ. WITOLD NOWICKI

Rozbudowa i modernizacja międzymiastowej kablowej sieci telekomunikacyjnej w ciągu najbliższych lat dziesięciu*)

Treść. Niezadawalający stan obecny telekomunikacji w Polsce i cele, które należałoby osiągnąć w ciągu 10 lat w rozbudowie i modernizacji urządzeń telekomunikacyjnych, a mianowicie upowszechnienie usług telekomunikacyjnych i polepszenie ich jakości. Autor proponuje podzielić kraj na obszary czterech kategorii, a wszystkie relacje telekomunikacyjne na relacje czterech kategorii o różnym stopniu rozbudowy i modernizacji. Istnieje potrzeba budowy nowych linii również w niektórych relacjach, które już posiadają linie kablowe (Warszawa—Łódź, Łódź—Katowice i Łódź—Gdańsk). Z analizy różnych systemów transmisyjnych wynika, że trzy systemy powinny mieć zastosowanie w Polsce: system naturalny, system mieszany (1 + 1) lub (1 + 3) i system koncentryczny. System symetryczny dwunastokrotny powinien być stosowany tylko w szczególnych przypadkach. Problem telekomunikacji międzynarodowej nie ma większego wpływu na decyzje co do rozbudowy i modernizacji sieci krajowej, która kształtuje się pod wpływem potrzeb wewnętrznych kraju. Potrzebne są jednak nowe linie kablowe z Polski do Z. S. R. R., Czechosłowacji i Danii.

Развитие и модернизование междугородной кабельной связи в течение ближайших десяти лет. Нынешнее неудовлетворительное состояние связи в Польше и цели, которые должны быть достигнуты в течение 10 лет путем расширения и модернизирования сетевых устройств связи, а именно: общедоступность средств связи и улучшение их качества. Автор предлагает разделить страну на районы четырех категорий по степени важности и все направления связи на четыре категории, различающиеся степенью развитя и модернизации. Существует необходимость постройки новых линий даже в некоторых таких направлениях, в которых кабельные линии уже имеются (Варшава—Лодзь, Лодзь—Катовице, Лодзь—Гданск). Анализ разных систем передачи приводит к заключению, что в Польше следовало бы применить три системы: акустическую, смешанную (1+1) и (1+3) и коаксиальную. Симметрическая 12-кратная система должна применяться только в специальных случаях. Задачи международной связи не оказывают существенного влияния на план переустройства отечественной сети, соответствующий внутренним нуждам страны. Однако необходимыми являются новые кабельные линии, направленные из Польши в С. С. С. Р., Чехословакию и Данию.

Development and Modernisation of Trunk Cable Systems Within the Next Ten Years. Unsatisfactory prevailing state of telecommunication in Poland and targets which should be reached in the course of 10 years in respect of development and modernisation of telecommunication equiqment, namely general accessibility of telecommunication services and improvement of the latter. The writer suggests the division of the country into sectors of four categories and of all telecommunication links also into four categories, according to extent of development and modernisation. Necessity for constructing new lines for certain links already provided with cable lines (Warsaw—Lodz, Lodz—Katowice and Lodz—Gdansk). It follows from analysis of various transmission systems, that three systems should be adopted in Poland: the simple audio system, mixed system (1 audio + 1 carrier) or (1 audio + 3 carriers) and coaxial system. The 12-channel symmestric system should only be applied in exeptional circumstances. The problem of international telecommunication traffic has no marked influence on the decision as to extension and modernisation of the national system, adapted to the internal requirements of the country. Nevertheless, new cable lines are necessary from Poland to the U. S. S. R., Czechoslovakia and Denmark.

Élargissement et modernisation du réseau interurbain des télécommunication à câbles au courant de la prochaine dizaine d'années. Etat insuffisant actuel des télécommunications en Pologne et buts qu'il faudrait atteindre au courant de dix ans quant à l'élargissement et à la modernisation de ces installations et particulièrement quant à la généralisation du service et à l'amélioration de la qualité. L' auteur propose de diviser le pays en régions de quatre catégories et de partager toutes les liaisons de télécommunications également en quatre catégories ayant des degrés différents de développement et de modernisation. Il existe le besoin de construire de nouvelles lignes aussi dans plusieurs liaisons qui sont déjà pourvues de câbles souterrains (Varsovie—Lodz, Lodz—Katowice et Lodz—Gdansk). L'analyse de différents systèmes de transmission démontre qu'il y a lieu d'appliquer en Pologne trois systèmes: le système audio, le système mixte (1 + 1) ou (1 + 3) et le système coaxial. Le système symmétrique à douze voies ne devrait être employé que dans des cas particuliers. Le problème des télécommunications internationales n'exerce aucune influence importante sur l'élargissement et la modernisation du réseau en Pologne qui se forme selon les besoins du pays. Il existe toutefois le besoin de contruire de nouvelles lignes souterraines vers l' U. R. S. S.; la Tchécoslovaquie et le Danemark.

1. Wstęp.

Zagadnienie rozbudowy i modernizacji kablowej sieci telekomunikacyjnej w Polsce nie jest zagadnieniem oderwanym, stanowiącym jakąś zamkniętą w sobie całość. Kablowa sieć telekomunikacyjna jest częścią sieci telekomunikacyjnej użyteczności publicznej, która prócz linii kablowych zawiera linie napowietrzne, a niekiedy ponadto linie radiokomunikacyjne. Z kolei cała sieć użyteczności publicznej nie jest, oczywiście, celem sama w sobie, lecz ma umożliwić świadczenie usług telekomunikacyjnych szerokim rzeszom społeczeństwa na terenie całego kraju. Dlatego też nie podobna rozpatrywać zagadnienia sieci kablowej bez uprzedniego zdania sobie sprawy przynajmniej w najgrubszych zarysach z celu, któremu mają służyć urządzenia telekomunikacyjne, oraz z rodzaju i wielkości usług, które mają one świadczyć społeczeństwu.

Tak więc zanim będzie możliwe omówienie właściwego problemu wymienionego w tytule referatu należy poczynić pewne założenia odnoszące się do skutków, które pragniemy osiągnąć w dziedzinie telekomunikacji w ogóle, a przy pomocy publicznej sieci kablowej — w szczególności. Aby jednak proponowane założenia były dostatecznie przekonywające, konieczne jest podanie najpierw pewnych informacji charakteryzujących stan aktualny telekomunikacji w Polsce i w innych krajach.

2. Informacje o stanie aktualnym telekomunikacji w Polsce i w innych krajach **).

Wśród różnych usług, które telekomunikacja świadczy społeczeństwu, telefon posiada dominujące znaczenie. Dlatego dane dotyczące rozwoju telefonii rzucają, praktycznie biorąc, światło na całość rozwoju telekomunikacji.

Przed wojną Polska posiadała 0,8 aparatu telefonicznego na 100 mieszkańców i zajmowała pod tym względem 20 miejsce w Europie. Spółczynnik zacofania Polski względem kraju przodującego (Szwecja 11,8 apar. na 100 mieszk.) wynosił zatem $z = 11{,}8/0{,}8 = 14{,}8$.

Obecnie w Polsce mamy 0,71 apar./100 mieszk. Polska zajmuje 20 miejsce w Europie, a spółczynnik zacofania względem kraju przodującego (Szwecja 17,7 apar./100 mieszk.) wynosi $z = 17{,}7/0{,}71 = 25{,}0$.

Przed wojną liczba rozmów telefonicznych przypadających na 1 mieszkańca Polski rocznie wynosiła 16,2. Pol-

*) Myśli, tezy i postulaty zawarte w niniejszym referacie nie są wyrazem oficjalnego stanowiska żadnej instytucji i nie są wyrazem poglądów tylko autora. Są one w znacznym stopniu wynikiem dyskusji prowadzonych w gronie fachowców, a więc treść niniejszego referatu jest w dużej mierze dorobkiem pracy zbiorowej. (W. N.)

**) Szczegółowe dane statystyczne odnoszące się do rozwoju telekomunikacji, por.: W. Nowicki „Telekomunikacja i jej znaczenie dla życia kulturalnego i gospodarczego kraju", Przegląd Telekomunikacyjny, 1948, nr 5.

ska zajmowała wtedy 16 miejsce w Europie, a spółczynnik zacofania względem kraju przodującego (Dania 179 rozm./mieszk.) wynosił $z = 179/16,2 = 11,0$.

Obecnie liczba rozmów na 1 mieszk. wynosi 18,0, a spółczynnik zacofania 13,5.

Przed wojną długość łączy*) telefonicznych wyrażona w kilometrach na 1 km² powierzchni kraju wynosiła w Polsce 0,60 km/km². Polska zajmowała 18 miejsce, a jej spółczynnik zacofania względem kraju przodującego (Szwajcaria 10,5 km/km²) wynosił $z = 10,5/0,60 = 17,5$.

Obecnie wobec uzyskania terenów obficie skablowanych oraz wobec rozbudowy sieci kablowej dokonanej przez okupanta spółczynnik zacofania Polski w tym względzie zmalał do 11.

Jakiekolwiek kryterium przyjęlibyśmy, zawsze otrzymujemy w wyniku, że Polska znajduje się pod względem rozwoju telekomunikacji w drugim lub nawet trzecim dziesiątku państw Europy i że spółczynnik jej zacofania wyraża się liczbą dwucyfrową.

Jeżelibyśmy dla porównania wzięli statystyki komunikacji (koleje żelazne, samochody, drogi lądowe itp.), to okazało by się, że Polska w tym względzie znajduje się w pierwszym dziesiątku państw Europy, a jej spółczynnik zacofania waha się od 2,2 do ok. 7.

Jak widać z przytoczonych danych, istnieje rażąca dysproporcja między stopniem rozwoju komunikacji a stopniem rozwoju telekomunikacji w Polsce na niekorzyść telekomunikacji.

Szczególnie drastycznie i kontrastowo wypada porównanie czasu oczekiwania na rozmowę telefoniczną międzymiastową w Stanach Zjednoczonych Ameryki i w Polsce. Średni czas oczekiwania na rozmowę międzymiastową wynosił w Stanach Zjednoczonych:

w roku	1920	1925	1930	1935	1940	1945
minut	14	8	2,5	1,5	1,5	3,0

a w Polsce

w roku	1939	1946	1947	1948
minut	30 z rozmównicy, 45 od abonenta	2160 (36 godz.)	600 (10 godz.)	300 (5 godz.)

Jak widać, telekomunikacja międzymiastowa w Polsce nie posiada głównej swej zalety, którą jest szybkość przekazywania wiadomości. Taki stan rzeczy jest poważnym hamulcem w rozwoju wszelkich dziedzin życia kulturalnego i gospodarczego kraju.

Bardzo wiele do życzenia pozostawia również telekomunikacja, jeśli chodzi o jej powszechność. Polska sieć telekomunikacyjna jest „powierzchowna", obejmując wyłącznie ludność miejską, gdy ludność wiejska, a więc przeszło 60% ludności kraju, jest prawie całkowicie pozbawiona usług telekomunikacyjnych.

3. Cele, które należy osiągnąć w rozbudowie urządzeń telekomunikacyjnych w Polsce.

Będziemy odróżniać rozbudowę od modernizacji urządzeń telekomunikacyjnych. Przez rozbudowę będziemy rozumieli stosowanie środków mających na celu powiększenie ilości usług telekomunikacyjnych (liczby aparatów telefonicznych, stopnia równomierności rozmieszczenia aparatów w kraju itp.). Przez modernizację będziemy rozumieli stosowanie środków mających na celu powiększenie jakości usług (szybkości realizacji połączeń, pewności ruchu, jakości transmisji).

Biorąc pod uwagę rażące zacofanie Polski w dziedzinie telekomunikacji i wychodząc jednocześnie z założenia, że telekomunikacja jest dobrem społecznym, mogącym wywrzeć korzystny wpływ na rozwój innych dziedzin życia oraz przyśpieszyć wykonanie każdego planu, można wysunąć następujące tezy odnośnie celu, który należy osiągnąć w rozbudowie urządzeń telekomunikacyjnych w Polsce.

Liczba aparatów telefonicznych

Należy w ciągu 10 lat doprowadzić do tego, żeby liczba aparatów telefonicznych wynosiła 3,3 apar./100 mieszk., co będzie odpowiadało około 0,9 miliona aparatów telefonicznych czynnych (przy ok. 27 mln. mieszkańców). Taki stan istniał w Niemczech już ok. 1925 r.

Powszechność usług telekomunikacyjnych

Należy w ciągu 10 lat doprowadzić do tego, żeby publiczna sieć telekomunikacyjna objęła usługami telefonicznymi wszystkich obywateli kraju przyjmując, że minimalne usługi telefoniczne są świadczone wtedy, gdy każde skupienie mieszkańców liczące co najmniej 400 osób (przeciętna liczba mieszkańców w jednej gromadzie wiejskiej) posiada 1 telefon. Dezyderat ten jest równoznaczny z warunkiem doprowadzenia linii telefonicznych do ok. 40 000 gromad wiejskich.

4. Cele, które należy osiągnąć w modernizacji urządzeń telekomunikacyjnych w Polsce.

Niezależnie od celów rozbudowy należy sformułować tezy odnośnie celów modernizacji urządzeń. Jeśli ograniczyć się do zagadnienia międzymiastowej sieci telekomunikacyjnej, to można stwierdzić, że głównymi cechami nowoczesności tej sieci są: szybkość realizacji połączeń zamiejscowych, pewność ruchu oraz jakość transmisji.

Szybkość realizacji połączeń w danej relacji zależy przede wszystkim od liczby łączy telefonicznych istniejących w tej relacji. Pewność ruchu gwarantują w dzisiejszym stanie techniki jedynie linie kablowe. Natomiast głównym czynnikiem decydującym o jakości transmisji jest szerokość pasma przenoszonego. Dlatego jeśli pominąć inne mniej ważne cechy, można ograniczyć zagadnienie modernizacji sieci telekomunikacyjnej do spraw: 1) szybkości realizacji połączeń (co prowadzi do ustalenia liczby niezbędnych łączy), 2) zakresu stosowania linii kablowych oraz 3) wymaganego pasma przenoszonego.

Jak widać, wymagania modernizacji sprowadzają się w dużym stopniu do dalszej rozbudowy urządzeń telekomunikacyjnych.

Szybkość realizacji połączeń telefonicznych

Należy w ciągu 10 lat doprowadzić do tego, żeby średni czas oczekiwania na rozmowę telefoniczną dalekosiężną w godzinie największego ruchu nie przekraczał:

2 minut — w ruchu między kilku najważniejszymi miejscowościami, mającymi najbardziej podstawowe znaczenie dla życia politycznego i gospodarczego kraju (stolica, niektóre ośrodki przemysłowe, niektóre porty),

6 minut — w ruchu między kilkunastu ważniejszymi miejscowościami kraju, będącymi ośrodkami kulturalnymi i gospodarczymi poszczególnych dzielnic,

15 minut — w ruchu między dwiema dowolnymi miejscowościami kraju.

Taki stan istniał w Stanach Zjedn. Amer. już w latach 1920—1925.

W myśl powyższych wymagań należało by przyjąć:

1. Średni czas oczekiwania równy 2 minutom powinien dotyczyć ruchu między Warszawą, Łodzią, Katowicami i Gdańskiem wraz ze związanymi z tymi miastami zautomatyzowanymi okręgami telefonicznymi. Tak zorganizowany ruch telefoniczny objąłby około 10% ogółu ludności kraju, a ok. 35% ogółu abonentów.

2. Średni czas oczekiwania równy 6 minutom powinien dotyczyć ruchu między 13 następującymi miastami Polski: Białystok, Gdańsk, Katowice, Kraków, Lublin, Łódź, Olsztyn, Poznań, Rzeszów, Szczecin, Toruń, Warszawa i Wrocław; wykaz ten pokrywa się z wykazem proponowanych telefonicznych central węzłowych. Tak zorganizowany ruch telefoniczny objąłby łącznie z ruchem 2-minutowym ok. 15% ogółu ludności kraju, a ok. 50% ogółu abonentów.

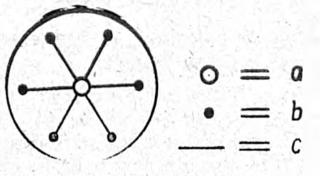
Zakres stosowania linii kablowych

Względy pewności ruchu przemawiają za siecią kablową, względy ekonomiczne za siecią napowietrzną. Nie

*) Łączem naz. zespół trwale połączonych ze sobą urządzeń pozwalających przesłać energię prądów telekomunikacyjnych od jednego punktu (centrali, aparatu) do drugiego. Nie należy mieszać pojęcia łącza z pojęciem linii, linia bowiem zawiera zwykle większą liczbę łączy. Również łącze nie oznacza bynajmniej pary przewodów czyli toru elektrycznego, albowiem, jak wiadomo, na jednym torze można uzyskać większą liczbę łączy przy pomocy wielokrotnych systemów nośnych.

mogąc pozwolić sobie na całkowite skablowanie sieci międzymiastowej powinniśmy przyjąć pewien kompromis. Aby móc sformułować na czym ów kompromis ma polegać, należy przypomnieć pewne zasady eksploatowania sieci łączy międzymiastowych oraz zapoznać się z aktualnym stanem międzymiastowej sieci kablowej.

Zasady eksploatowania sieci łączy międzymiastowych. Cały kraj jest pokryty pewną liczbą (w Polsce około 215) międzymiastowych central końcowych, których zadaniem jest dokonywanie odpowiednich połączeń koniecznych do przeprowadzenia rozmowy zamiejscowej. Centrala końcowa skupia dokoła siebie pewną liczbę central miejscowych (miejskich) na terenie zwanym okręgiem telefonicznym. W ten sposób każdy okręg tworzy układ gwiaździsty (rys. 1), a liczba okręgów równa jest liczbie central końcowych. Z punktu widzenia eksploatacyjnego byłoby może najwygodniej, gdyby wszystkie centrale końcowe kraju posiadały między sobą bezpośrednie łącza telefo-



Rys. 1. Schemat okręgu telefonicznego

a centrala końcowa
b centrala miejscowa (miejska)
c wiązka łączy końcowych

niczne. W ten sposób centrale końcowe tworzyłyby wielobok zupełny. Takie rozwiązanie byłoby jednak bardzo nieekonomiczne (duże koszty inwestycyjne), gdyż szereg łączy byłby mało wykorzystany. Dlatego pewną liczbę central końcowych, znajdujących się przeważnie w większych miastach, podnosi się do roli central nadrzędnych tzw. central zbiorczych (w Polsce ok. 40). Każda centrala zbiorcza skupia dokoła siebie pewną liczbę central końcowych również w układzie gwiaździstym, gra ona ponadto rolę centrali końcowej dla swego okręgu. Z kolei niektóre centrale zbiorcze znajdujące się w dużych miastach podnosi się do roli central nadrzędnych nad centralami zbiorczymi. Są to tzw. centrale węzłowe (w Polsce projektuje się ich 13), które skupiają dokoła siebie pewną liczbę central zbiorczych też w układzie gwiaździstym. Każda centrala jest zatem również centralą zbiorczą i centralą końcową. Chcąc konsekwentnie przedłużać taki wielostopniowy układ gwiaździsty należałoby uczynić jedną z central węzłowych centralą „główną", która by skupiła dokoła siebie wszystkie centrale węzłowe. Takie rozwiązanie prowadziłoby jednak do tego, że dwaj abonenci należący do różnych okręgów, może nawet sąsiadujących ze sobą, musieliby zawsze rozmawiać drogą okólną poprzez centralę „główną", co by było również nieekonomiczne. Dlatego właśnie należy przewidywać łącza bezpośrednie między centralami węzłowymi, przy czym wydaje się rzeczą słuszną, aby każda centrala węzłowa była połączona pewną liczbą łączy z każdą inną centralą węzłową kraju. W ten sposób powstaje (rys. 2) układ mieszany sieci (gwiaździsto-wieloboczny).

Stosowanie bezpośrednich łączy jest możliwe i uzasadnione również między niektórymi, np. położonymi blisko siebie i ciążącymi ku sobie centralami.

Aktualny stan międzymiastowej sieci kablowej. Rys. 3 przedstawia międzymiastową sieć kablową w jej obecnym stanie. Sieć ta jest dość obfita, długość jej linii wynosi ok. 8400 km (w tym kable z izolacją przeważnie styrofleksową dla systemów dwunastokrotnych ok. 500 km, kable morskie ok. 700 km), a długość jej łączy telefonicznych przy pełnym wykorzystaniu sieci — ok. 824 00 km (nie licząc kabli styrofleksowych poza odcinkiem Kraków—Katowice o długości ok. 80 km i kabli morskich). Z tej ogólnej długości łączy telefonicznych przypada na systemy naturalne ok. 58%, na systemy naturalno-nośne czyli mieszane ok. 41% (w tym na tzw. system (1 + 1) ok. 37%, na tzw. system (1 + 3) ok. 2,5% oraz na system (1+5) ok. 1,5%), wreszcie na systemy o wielokrotności większej od 5 ok. 1%.

Stąd wynika, że długość wszystkich łączy naturalnych wynosi

$$0{,}58 + \frac{1}{2}\cdot 0{,}37 + \frac{1}{4}\cdot 0{,}025 + \frac{1}{6}\cdot 0{,}015 \approx 0{,}77,$$

a długość łączy nośnych wynosi

$$\frac{1}{2}\cdot 0{,}37 + \frac{3}{4}\cdot 0{,}025 + \frac{5}{6}\cdot 0{,}015 + 0{,}01 \approx 0{,}23$$

całkowitej długości wszystkich łączy. Wszystkie linie są jednokablowe*), na jedną linię wypada średnio ok.

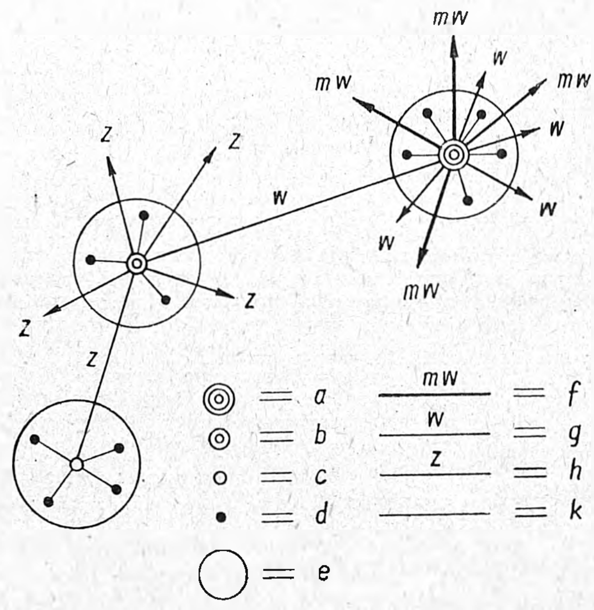
$$\frac{824\,000}{8\,400 - 700 - (500 - 80)} = 113 \text{ łączy telefonicznych.}$$

Łącza naturalne są obliczone na pasmo od 300 do 2100. 2400 lub 2600 Hz (zależnie od rodzaju pupunizacji), a łącza nośne na pasmo od 300 do 2600 Hz.

Z ogólnej długości linii kablowych ok. 15% przypada na linie typu Standarda wykonane przed wojną, reszta na kable pochodzenia niemieckiego. Tak więc polska sieć międzymiastowa była budowana przeważnie z punktu widzenia pokojowych lub wojennych potrzeb państwa niemieckiego. Tym się tłumaczy, że posiada ona kierunki „równoleżnikowe", lepiej rozwinięte, niż kierunki „południkowe", co jest niezgodne z obecnymi potrzebami Polski. Obszary na wschód od Warszawy są prawie pozbawione linii kablowych. Niektóre gałęzie robią wrażenie niewykończonej pracy, np. Kraków — Jędrzejów.

Obecnie wykorzystuje się tylko część możliwości, które mogą dostarczyć kable leżące w ziemi. Znaczna część torów w niektórych liniach, a niekiedy całe linie nie są eksploatowane z powodu braku urządzeń stacyjnych, które w przeważającej części uległy zniszczeniu.

Uzupełnienie sieci kablowej. Znajomość zasad eksploatowania sieci łączy międzymiastowych oraz stanu



Rys. 2. Fragment schematu sieci łączy telekomunikacyjnych

a centrala węzłowa (zbiorcza i końcowa)
b centrala zbiorcza (i końcowa)
c centrala końcowa
d centrala miejscowa
e okręg telefoniczny
f wiązka łączy międzywęzłowych
g wiązka łączy węzłowych
h wiązka łączy zbiorczych
k wiązka łączy końcowych

aktualnego sieci kablowej pozwala zbudować tezę odnośnie zakresu stosowania linii kablowych.

Wiadomo, że spośród wszystkich central zbiorczych (a jest ich ok. 40) tylko 8, a mianowicie: Białystok, Ełk, Kielce, Leszno, Ostrów Mazow., Piła, Siedlce i Zamość nie znajdują się na trasach istniejących linii kablowych,

*) Z wyjątkiem linii o kablu styrofleksowym, które są dwukablowe.

przy czym Białystok jest ponadto centralą węzłową. Jeżeli podobnie, jak to uczyniliśmy przy określaniu wymaganego czasu oczekiwania, będziemy odróżniać miejscowości stosownie do ich ważności, to można zbudować następującą tezę.

Należy zrealizować taką sieć międzymiastową, aby wszystkie łącza międzywęzłowe oraz wszystkie łącza węzłowe (tj. łącza między centralami węzłowymi a przynależnymi do nich centralami zbiorczymi) przebiegały w liniach kablowych. Natomiast łącza zbiorcze (tj. łącza między centralami zbiorczymi a przynależnymi do nich centralami końcowymi) byłyby realizowane albo w istniejących liniach kablowych, albo przy pomocy istniejących lub nowych linii napowietrznych.

Teza ta zmusza nas do uzupełnienia istniejącej sieci kablowej następującymi relacjami (grubym drukiem podano nazwy central zbiorczych, nie leżących dotychczas na trasach linii kablowych):

	Przybliżona długość (km)	Stopień pilności*)
Szczecin—Baczyna (**Gorzów**)—Koryta	160	2
Warszawa—**Białystok**	185	1
Połczyn—**Piła**	95	2
Piła—Poznań	95	1
Radom—**Kielce**—Jędrzejów . . .	120	1
Poznań—**Leszno**—Wrocław	160	1
Jarosław—Tomaszów Lub.—**Zamość**—Lublin	210	2
Warszawa—**Siedlce**—Biała Podlaska	165	2
Giżycko—**Ełk**	50	2
Razem ok.	1240 km	

Ponieważ byłoby bardzo pożądane zmniejszyć niektóre szczególnie duże oka sieci kablowej przecinając je liniami kablowymi, należałoby zaproponować ponadto budowę następujących linii kablowych:

	Przybliżona długość (km)	Stopień pilności*)
Bydgoszcz—**Piła**—Stargard—Szczecin	270	1
Lublin — **Siedlce** — Bielsk — **Białystok** — Augustów — Suwałki	420	2
Ełk—Augustów	50	2
Razem ok.	740 km	

Łącznie z poprzednio zaproponowanymi liniami daje to ok. 2000 km nowych linii kablowych. Łączna długość linii kablowych wyniosłaby wtedy ok. 8400 + 2000 = = 10 400 km.

Propozycja wprowadzenia trzech różnych czasów oczekiwania, łącznie z obecną propozycją stosowania linii kablowych dla realizacji łączy międzywęzłowych i łączy węzłowych, jest równoznaczna z podziałem całego kraju na obszary czterech kategorii.

Obszarami kategorii I są: Warszawa, Łódź, Katowice, Gdańsk oraz przynależne do nich okręgi telefoniczne. Obszarami kategorii II są 9 miast posiadających centrale węzłowe, a więc: Białystok, Kraków, Lublin, Olsztyn, Poznań, Rzeszów, Szczecin, Toruń i Wrocław. Obszarami kategorii III są trzydzieści kilka miast posiadających centrale zbiorcze. Reszta kraju stanowi obszar kategorii IV.

Obok kategorii obszarów wprowadzimy pojęcie kategorii relacji. Relacjami kategorii I nazwiemy relacje łączące obszary kategorii I. Relacjami kategorii II są relacje łączące obszary kategorii I z obszarami kategorii II lub łączące obszary kategorii II między sobą. Relacje kategorii III łączą obszary kategorii II z obszarami kategorii III lub ewent. obszary kategorii III między sobą. Wszystkie pozostałe relacje należą do kategorii IV. W ten sposób otrzymujemy zestawienie wymagań, podane w tabl. I.

Wymagane pasmo przenoszone

W ostatnich kilkunastu latach dokonano szeregu ulepszeń w konstrukcji aparatów telefonicznych; dzięki tym ulepszeniom aparaty telefoniczne odtwarzają lepiej niż przedtem większe częstotliwości akustyczne. Wskutek tego rozszerzenie pasma przenoszonego ku większym częstotliwościom we wszystkich urządzeniach przesyłowych jak kable, wzmacniaki itp. jest uzasadnione, przynosi bowiem korzyści czyniąc rozmowę łatwiejszą i przyjemniejszą. Idąc po tej linii Międzynarodowy Doradczy Komitet Telefoniczny uznał pasmo od 300 do 3400 Hz (zamiast poprzedniego od 300 do 2600 Hz) jako normalne dla telefonii, uważając za porządane przystosowywanie istniejących urządzeń do tego pasma tak dalece, jak się to w praktyce okaże rzeczą możliwą. Z drugiej jednak strony rozszerzenie pasma przenoszonego pociąga za sobą pewien aczkolwiek niezbyt duży wzrost kosztów (dla systemów naturalnych ok. 10%). Biorąc oba względy pod uwagę, uważamy za słuszne przyjęcie następujących założeń.

Pasmo przenoszone w nowych urządzeniach. Wszystkie nowe urządzenia telefoniczne (aparaty telefoniczne, tory pupinizowane, wzmacniaki, urządzenia telefonii nośnej itp.) powinny spełniać warunek pasma przenoszonego od 300 do 3400 Hz.

Pasmo przenoszone w istniejących urządzeniach. Przeważająca część urządzeń telefonicznych powinna pozostać niezmieniona. Jednakże urządzenia znajdujące się w ważniejszych miejscowościach lub służące do ruchu między ważniejszymi miejscowościami powinny być wymienione albo przystosowane do szerszego pasma przenoszonego. Jako miejscowości ważniejsze należałoby w tym wypadku uważać miejscowości położone w obszarach kategorii I i II.

Precyzując dokładniej, które urządzenia powinny podlegać wymianie, a które przystosowaniu, można wysunąć następujące wnioski.

Wymianie powinny podlegać wyłącznie aparaty telefoniczne, jeżeli okaże się, że nie spełniają one warunku szerokości pasma przenoszonego. Nieodpowiednie aparaty powinny być przekazane do użytku na obszarach ka-

Tablica I. Zestawienie wymagań

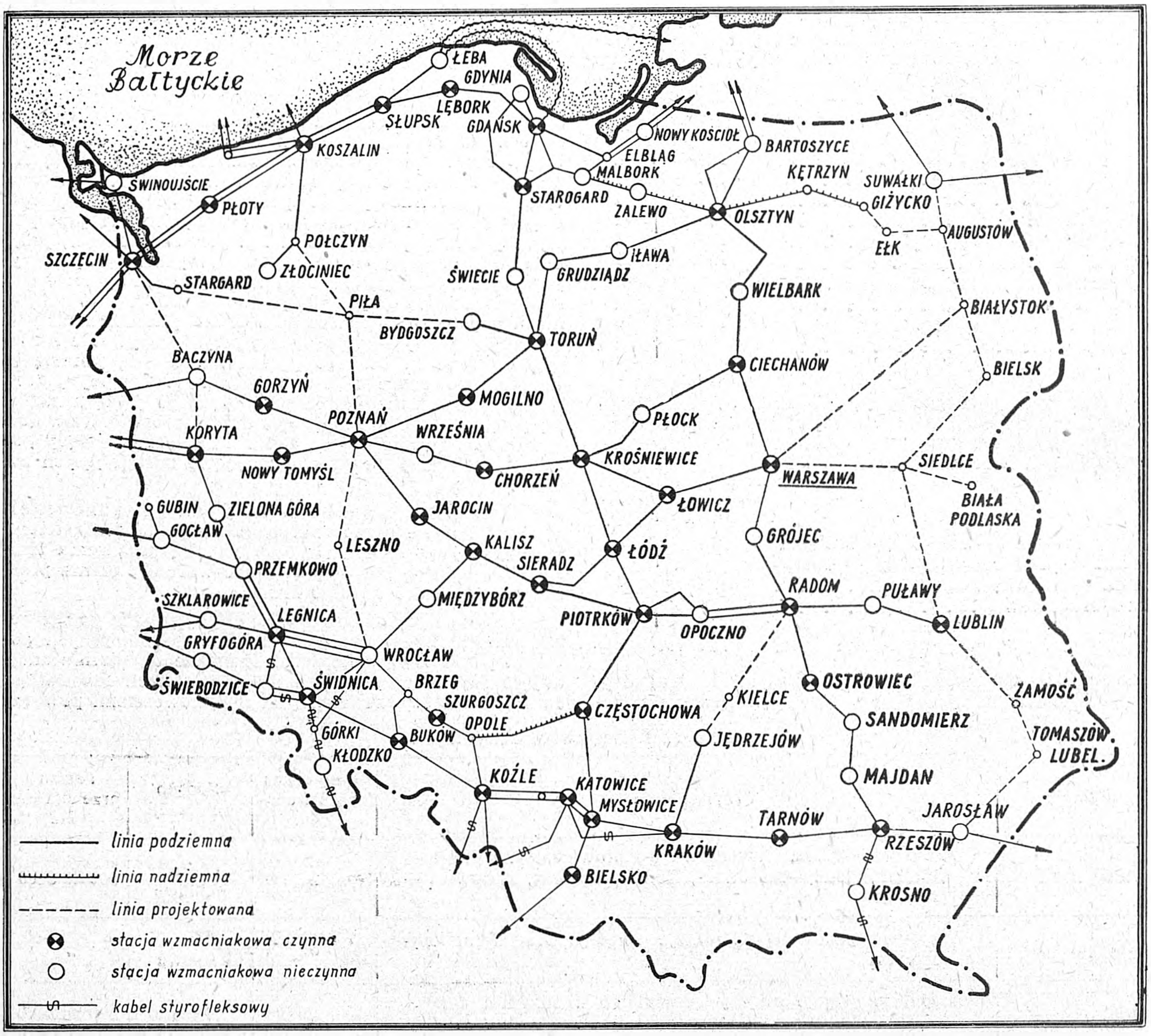
Relacje	Wyjaśnienie	Średni czas oczekiwania min.	Sposób realizacji	Pasmo przenoszone Hz **)
Kategoria I	Warszawa — Łódź, Warszawa — Katowice, Warszawa — Gdańsk, Łódź — Katowice, Łódź — Gdańsk, Katowice — Gdańsk	2	linia kablowa	300 do 3400
Kategoria II	Wszystkie pozostałe 72 relacje między centralami węzłowymi	6	linia kablowa	"
Kategoria III	Wszystkie relacje między centralami węzłowymi a centralami zbiorczymi (około 27) lub ewentualnie między centralami zbiorczymi	15	linia kablowa	300 do 2400 (2100, 2600)
Kategoria IV	Wszystkie pozostałe relacje	15	linia napowietrzna (w zasadzie)	"

*) Uzasadnienie tej kolumny będzie podane w rozdz. 7.
**) Znaczenie tej kolumny będzie wyjaśnione poniżej.

tegorii III i IV. Natomiast na obszarach kategorii I i II należy zainstalować wyłącznie aparaty odpowiadające nowoczesnym wymaganiom. Niespełnienie tego wymagania przekreśliłoby korzyści, które możemy wyciągnąć z urządzeń przesyłowych o rozszerzonym paśmie przenoszonym.

Przystosowaniu powinny podlegać łącza telefoniczne międzywęzłowe (por. tabelę podaną wyżej). W tym celu można będzie zastosować 5 różnych metod postępowania.

Pierwsza metoda polega na wykorzystaniu torów słabo pupinizowanych, a mianowicie takich torów, których częstotliwość graniczna wynosi co najmniej 4800 Hz. kabla w zakresie do 60 kHz i włączeniu specjalnych kompensatorów sprzężeń można będzie zainstalować na tak przystosowanych torach urządzenia telefonii nośnej wykorzystujące częstotliwości w zakresie od 12 do 60 kHz. Urządzenia te pozwolą uzyskać na każdym torze po 6 łączy nośnych jednotorowych dwukanałowych (a więc różnokanałowych). Jednakże liczba czwórek w kablu, które będzie można w ten sposób wykorzystać, nie przekroczy ze względu na zjawisko przesłuchu prawdopodobnie kilku. Dokładne ustalenie liczby czwórek niestety nie jest obecnie możliwe wobec braku doświadczenia w tym względzie i szczupłości informacji w czasopismach zagranicznych.



Rys. 3. Międzymiastowa kablowa sieć telekomunikacyjna w Polsce

Przez stosunkowo proste przerobienie wzmacniaków można będzie uzyskać w ten sposób w szeregu kierunków pewną liczbę łączy spełniających nowoczesne wymagania.

Druga metoda polega na wykorzystaniu torów b. słabo pupinizowanych, a mianowicie torów, których częstotliwość graniczna przekracza 19 kHz. Przez zainstalowanie na tych torach urządzeń trzykrotnych o falach nośnych 8, 12, i 16 kHz można będzie uzyskać 4 łącza (1 naturalne i 3 nośne) na każdej parze takich torów w paśmie przenoszonym od 300 do 3400 Hz. Jak widzieliśmy wyżej w polskiej sieci istnieje nieznaczna liczba torów nadających się dla tego systemu.

Trzecia metoda polega na depupinizacji niektórych czwórek. Po usunięciu cewek, wykonaniu symetryzacji indukcyjnej i pojemnościowej poszczególnych odcinków

Czwarta metoda polega na depupinizacji niektórych czwórek z jednoczesnym ułożeniem drugiego kabla na tej samej trasie. Ten drugi kabel będzie zawierał tylko tory niepupinizowane (lub pupinizowane o częstotliwości granicznej ok. 85 kHz), przeznaczone do dwunastokrotnego wykorzystania. Tory zdepupinizowane w istniejącym kablu posłużą dla jednego kierunku przepływu energii, a tory w nowym kablu — dla drugiego kierunku. Dzięki takiemu rozdzieleniu kierunków można będzie wykorzystać znacznie większą liczbę czwórek w istniejącym kablu niż przy metodzie trzeciej. Na każdej parze torów otrzymamy 12 łączy nośnych każde z pasmem przenoszonym od 300 do 3400 Hz. Odpowiedni kabel będzie, oczywiście, znacznie cieńszy od normalnego kabla dalekosiężnego.

Piąta metoda polega na wykorzystaniu systemem dwunastokrotnym istniejących, a dotychczas nieczynnych linii dwukablowych z kablem styrofleksowym o częstotliwości granicznej pupinizacji ok. 85 kHz.

O tym, w jakich relacjach i ile nowoczesnych łączy można będzie uzyskać przy pomocy powyższych metod, będzie mowa w rozdz. 7.

Zestawiając wytyczne dotyczące rozbudowy z wytycznymi dotyczącymi modernizacji widzimy, że zmierzają one razem do tego, aby postawić telekomunikację na odpowiednim poziomie i w możliwie szybkim czasie (po 10 latach) przynajmniej w tych miejscowościach kraju, które są centrami naszego życia kulturalnego, politycznego i gospodarczego. Miejscowości te skupiają niewątpliwie tę część ludności, która odgrywa przodującą rolę w całości życia kraju.

Należy ponadto wziąć pod uwagę, że w ten sposób umożliwimy tej części ludności skorzystanie w przyszłości z dobrodziejstw, jakich ma dostarczyć Europie projektowana nowoczesna sieć kablowa o dużej szybkości przenoszenia, mająca zrealizować szybki ruch telefoniczny między szeregiem krajów europejskich (rozdz. 11). Oczywiście, może to nastąpić jedynie w przypadku połączenia polskiej sieci kablowej z projektowaną i częściowo już realizowaną europejską nowoczesną siecią kablową.

5. Liczba łączy niezbędnych dla poszczególnych relacji w międzymiastowej sieci telekomunikacyjnej.

Po ustaleniu relacji, którymi należy uzupełnić istniejącą sieć kablową, można przystąpić do określenia liczby niezbędnych łączy we wszystkich relacjach. Należy tu zauważyć, że głównym czynnikiem decydującym o liczbie wymaganych łączy jest warunek czasu oczekiwania. Natomiast warunek liczby aparatów telefonicznych wpływa tylko pośrednio, powiększając zapotrzebowanie na rozmowy międzymiastowe. Co się tyczy warunku dotarcia do gromad wiejskich, to ma on bardzo mały wpływ na sieć kablową po pierwsze dlatego, że linie telekomunikacyjne dochodzące do gromad będą z pewnością liniami napowietrznymi, po drugie zaś dlatego, że liczba aparatów w gromadach wiejskich, a tym bardziej spodziewane natężenie rozmów zamiejscowych dalekosiężnych z tych aparatów będzie stanowiło nieznaczną część ogólnej liczby aparatów i rozmów.

Do obliczenia niezbędnej liczby łączy między różnymi centralami, a więc do obliczenia liczby łączy w poszczególnych wiązkach należy wziąć za punkt wyjścia dotychczasową, (aktualną ewtl. przedwojenną) statystykę rozmów telefonicznych, wprowadzić spółczynniki spodziewanego wzrostu ruchu zamiejscowego, który nastąpi przypuszczalnie po 10 latach (dzięki wzrostowi liczby aparatów telefonicznych, dzięki skróceniu czasu oczekiwania, oraz wskutek ogólnego rozwoju życia społecznego i gospodarczego kraju), oraz uwzględnić warunek żądanego średniego czasu oczekiwania.

W danym wypadku przyjęto za podstawę statystykę z 1947 r. Wprowadzono następnie mnożnik 1,6, aby uwzględnić rezygnacje z rozmów z powodu zbyt długiego oczekiwania lub niedostatecznej jakości transmisji oraz z powodu „przeciekania" ruchu telefonicznego innymi drogami. Następnie zastosowano mnożnik od 2,5 do 4,0 (zależnie od relacji), aby uwzględnić spodziewany wzrost ruchu za 10 lat, założono, że jedna rozmowa trwa średnio 6 minut (5 minut właściwej rozmowy i 1 minuta manipulacji) oraz że 15% obciążenia dobowego przypada na godzinę największego ruchu.

Uwzględniając te wszystkie czynniki dochodzimy przy pomocy metod obliczeniowych opartych na rachunku prawdopodobieństwa*) do liczby łączy niezbędnych między pewnymi miejscowościami. Postępując właśnie w ten sposób otrzymano pewne liczby dla relacji kategorii I, dla których przyjmowano średni czas oczekiwania równy 2 minutom.

Analogiczne obliczenia przerobiono również dla relacji kategorii II w założeniu 6 minut średniego czasu oczekiwania. Jednakże nie mogły one być przeprowadzone tak dokładnie, jak dla relacji kategorii I z powodu braku ściślejszej statystyki, w szczególności w niektórych relacjach. Toteż podane liczby powinny być jeszcze skontrolowane. Nie mniej dokładność ich jest najzupełniej wystarczająca do tego, aby wyciągnąć wszelkie wnioski odnośnie zasad projektowania linii kablowych.

Tablica II wyczerpuje sprawę liczby niezbędnych łączy międzywęzłowych. Należy przypomnieć, że wszystkie te łącza powinny posiadać pasmo przenoszone od 300 do 3400 Hz.

Liczby łączy w relacjach kategorii III nie mogą być obecnie nawet oszacowane ze względu na zupełny brak danych statystycznych. Liczby te będą jednak bardzo różnić się dla poszczególnych wiązek zależnie od ważkości miast i stopnia ich ciążenia ku sobie. Ponieważ jednak dla tych relacyj zapotrzebowanie na łącza będzie znacznie mniejsze wobec przyjęcia 15-minutowego czasu oczekiwania, można twierdzić, że zapotrzebowanie to będzie mogło być pokryte w ramach istniejącej stosunkowo obfitej sieci kablowej oraz projektowanych uzupełnień.

Co się tyczy łączy w relacjach kategorii IV, to powinny one być realizowane w zasadzie liniami napowietrznymi, chyba że relacje te pokrywają się z relacjami linii kablowych, w których znajdą się wolne tory. Zagadnienie relacji kategorii IV znajduje się zatem poza ramami niniejszego referatu.

Tablica II. Liczba łączy międzywęzłowych w założeniu, że średni czas oczekiwania wyniesie 2 minuty dla relacji kategorii I, 6 minut dla relacji kategorii II.

Gdańsk	Katowice	Kraków	Lublin	Łódź	Olsztyn	Poznań	Rzeszów	Szczecin	Toruń	Warszawa	Wrocław	
1	3	1	3	3	3	1	1	1	1	5	1	Białystok
	38	**25**	3	**34**	5	5	1	15	5	**48**	5	Gdańsk
		22	3	**40**	1	5+6=11	3	15	3+6=9	**56+6=62**	15+6=21	Katowice
			3	**26**	1	5	5	3	3	**37**	5	Kraków
				3	1	1	3	1	1	10	11	Lublin
					1	10	3	5	5	**90**	10	Łódź
						1	1	3	3	10	1	Olsztyn
							3	10	5+6=11	10+6=16	10+6=16	Poznań
								1	1	5	1	Rzeszów
									3	15	10	Szczecin
										10+6=16	3+6=9	Toruń
											10+6=16	Warszawa
769 łączy												Razem

Uwagi.
1. Liczby podane tłustym drukiem dotyczą łączy w relacjach kategorii I.
2. W podanych w tablicy sumach drugi składnik oznacza liczbę łączy telefonicznych, które należy przewidzieć dla zrealizowania sieci łączy telegraficznych między 5 projektowanymi telegraficznymi centralami węzłowymi.
3. Do obszaru kategorii I zaliczono Kraków wbrew tezie zawartej w rozdz. 3 tylko dlatego, że między Katowicami a Krakowem istnieje linia dwukablowa o kablu z izolacją styrofleksową o 8 czwórkach (obecnie nieczynna z powodu braku urządzeń końcowych), która pozwoli mniejszym nakładem zrealizować 12 × 8 = 96 nowoczesnych łączy w systemie dwunastokrotnym.

6. Uzupełnienie międzymiastowej sieci kablowej wynikające z warunku szybkości realizacji połączeń.

Dysponując danymi dla istniejącej sieci kablowej oraz uwzględniając projektowane jej uzupełnienia winniśmy

*) Ob. np.: „Podręcznik Teletechnika", str. 278, oraz inż. F. Nowicki „Centrale Międzymiastowe", str. 401.

obecnie ustalić, czy i w jakim stopniu można będzie zrealizować łącza międzywęzłowe w liczbie podanej w tablicy II.

Rys. 3 przedstawia polską sieć kablową wraz z planowanymi uzupełnieniami.

Ponieważ szereg łączy może być realizowany różnymi drogami (np. łącze Lublin — Olsztyn można by poprowadzić przez Radom i Warszawę, albo przez Siedlce i Białystok), przeto istnieje szereg różnych rozwiązań technicznych. Jakiekolwiek jednak przyjęlibyśmy rozwiązanie, zawsze dojdziemy do wniosku, że realizacja wymagań nie jest możliwa w relacjach między Warszawą, Łodzią, Katowicami i Gdańskiem z powodu obfitych wiązek łączy, które są tu niezbędne. Jeżeli np. zdecydujemy się na poprowadzenie łączy z Warszawy do Katowic i Gdańska przez Łódź, to na odcinku Warszawa — Łódź otrzymamy wiązkę złożoną z 90 + 62 + 48 = 200 łączy nowoczesnych, co już znacznie przekracza możliwości istniejącej linii kablowej. Do tego należy dodać jeszcze łącza z Warszawy do Torunia (16), Szczecina (15), Poznania (16) i Wrocławia (16); otrzymamy wtedy dla odcinka Warszawa — Skierniewice wiązkę z 200 + 16 + 15 + 16 + 16 = 263 łączy. Jeżeli ponadto uwzględnić, że wobec istnienia linii dwukablowej między Katowicami a Krakowem nadającej się do dwunastokrotnego wykorzystania można stosunkowo niedużym kosztem włączyć Kraków do szybkiego ruchu telefonicznego, otrzymamy dla odcinka Warszawa — Skierniewice 263 + 37 = 300 łączy. Do tej liczby powinno dojść ok. 30 łączy międzywęzłowych idących z Polski zachodniej przez Warszawę do Białegostoku i Lublina. Tak przeprowadzony rachunek nie bierze jeszcze wcale pod uwagę ruchu międzynarodowego końcowego, ani ewentualnego tranzytu międzynarodowego przez Warszawę (rozdział 11). W ten sposób liczba łączy na najbardziej obciążonym odcinku Warszawa — Skierniewice przekroczy 330. Podobne rozumowanie można by przeprowadzić dla relacji Łódź — Katowice, dla której otrzymalibyśmy ok. 285 łączy, oraz dla relacji Łódź — Gdańsk, która na odcinku Łódź — Toruń będzie miała ok. 270 łączy, a na odcinku Toruń — Gdańsk ok. 180 łączy. Dla relacji Katowice — Kraków otrzymalibyśmy ok. 130 łączy, a więc nieco więcej niż może nam dostarczyć istniejąca tam linia dwukablowa w systemie dwunastokrotnym. Wszystkie te liczby nie uwzględniają jeszcze ruchu międzynarodowego.

Powyższe rozumowanie doprowadza nas do wniosku, że realizacja szybkiego ruchu telefonicznego według założeń podanych w tablicy II wymaga zbudowania nowych linii kablowych między Warszawą, Łodzią, Katowicami i Gdańskiem. Linie te mogłyby być poprowadzone poprzez te same miejscowości, co linie dotychczasowe, a więc np. z Gdańska przez Starogard, Toruń, Krosniewice, Łódź, Piotrków, Częstochowę do Katowic z odnogą Łódź — Skierniewice — Warszawa. Zaletą tego rozwiązania jest możność wykorzystania istniejących budynków, urządzeń i personelu. Inne rozwiązanie polegałoby na poprowadzeniu linii z Gdańska np. przez Malborg, Iławę, Mławę i Ciechanów do Warszawy. Zaletą tego rozwiązania jest zagęszczenie sieci kablowej, a więc wciągnięcie w sferę działania sieci kablowej nowych obszarów kraju. Trzeba bowiem wziąć pod uwagę, że nowa linia kablowa może prócz łączy dalekosiężnych dostarczyć pewnej liczby łączy przeznaczonych dla ruchu lokalnego.

Jeżeli przyjąć, że wymienione linie kablowe zostaną zbudowane, to można będzie wykazać, że pozostałe zapotrzebowanie na łącza międzywęzłowe będzie mogło być pokryte przez istniejącą sieć kablową oczywiście wraz z jej projektowanymi uzupełnieniami, a więc przez sieć przedstawioną na rys. 3. Istniejąca sieć dostarczy również dostatecznej liczby łączy węzłowych, a więc łączy w relacjach kategorii III. Byłyby to łącza typu dotychczasowego, a więc o węższym paśmie przenoszonym.

7. Wiązki*) łączy międzywęzłowych w poszczególnych odcinkach sieci kablowej.

Jeżeli łącza telefoniczne realizujemy przy pomocy istniejących linii kablowych, to jesteśmy skrępowani możliwościami, które dostarczają te linie. Co się tyczy łączy przebiegających nowymi liniami kablowymi, to mamy oczywiście możność zaprojektować je tak lub inaczej stosownie do dzisiejszych poglądów na sprawę ich ekonomiczności, pewności ruchu i jakości transmisji.

Zaprojektowane w rozdz. 5 łącza międzywęzłowe mogą być poprowadzone różnymi drogami, istnieje więc w zasadzie szereg odmiennych rozwiązań technicznych. Wydaje się rzeczą słuszną kierowanie się przy poszukiwaniu najbardziej racjonalnego rozwiązania następującymi wytycznymi:

1) Skoro stwierdzono konieczność budowy nowych linii: Warszawa — Łódź, Łódź — Katowice i Łódź — Gdańsk, to należy starać się, aby możliwie duża liczba łączy międzywęzłowych przebiegała tymi liniami. W ten sposób linie te będą lepiej wykorzystane, a jednocześnie zmniejszymy liczbę starych urządzeń, które trzeba będzie przystosować do szerszego pasma przenoszonego, co zaleca się z tego względu, że łącza w istniejących liniach będą potrzebne dla ruchu w relacjach kategorii III i ewtl. IV.
2) Jeżeli zachodzi potrzeba wyzyskania innych nowych linii kablowych, wymienionych w rozdz. 4, to należy dążyć do skupiania łączy międzywęzłowych w możliwie niewielkiej liczbie linii. Dzięki temu inne projektowane linie mogą stracić na znaczeniu i realizacja ich mogłaby być przesunięta na późniejszy termin.
3) W relacjach, gdzie nie przewiduje się nowych linii, należy projektować przystosowanie istniejących linii metodami wymienionymi w rodz. 4.

Kierując się powyższymi wytycznymi rozpatrzono szereg wariantów i opracowano projekt, przedstawiony na rys. 4. Linie na rysunku oznaczają wiązki łączy w poszczególnych odcinkach. Wiązki przebiegające w nowych kablach oznaczono literą *N*. Ogólna długość łączy w nowych kablach wynosi ok. 246 000 łączokilometrów. Przy wszystkich innych wiązkach wskazano metodę realizacji. Można obliczyć, że przy pomocy metody 1 uzyska się ok. 13 500 łączokilometrów, metodą 2 — ok. 4800, metodą 3 — ok. 10 500, metodą 4 wymagającą ułożenia ok. 240 km kabla z torami dla dwunastokrotnego wykorzystania — ok. 6700, wreszcie metodą 5 — ok. 8700 łączokilometrów.

Przy powyższym rozwiązaniu można szereg linii poprzednio projektowanych uznać obecnie za linie drugiej pilności, jak podano w rubryce „stopień pilność" w tablicy I, rozdział 4.

8. Systemy transmisyjne.

Zanim będzie możliwe wypowiedzenie się o wyborze systemów dla łączy w nowych liniach kablowych, konieczne jest podanie pewnych informacji o tym, jakie systemy w ogóle istnieją, jakie są ich cechy charakterystyczne oraz jakie są zakresy ich stosowalności.

Przegląd istniejących systemów transmisyjnych
(opracowano wspólnie z inż. Feliksem Błockim)

Wszystkie stosowane dziś w lądowych liniach kablowych systemy transmisyjne, jeśli pominąć bardziej specjalne lub sporadycznie stosowane, można podzielić na następujące grupy:

- systemy jednotorowe naturalne (1n),
- systemy dwutorowe, naturalne i mieszane:
  - naturalne (2n),
  - mieszane (naturalno-nośne) (m):
    - jednokrotne (1 + 1),
    - trzykrotne (1 + 3)
- systemy dwutorowe, nośne:
  - „symetryczne", dwunastkowe (s):
    - dwunastokrotne (s12),
    - dwudziestoczterokrotne (s24),
    - trzydziestosześciokrotne (s36),
    - czterdziestoośmiokrotne (s48),
  - „koncentryczne", kilkasetkrotne (k).

Kolejność grup jest zgodna z chronologicznym rozwojem systemów.

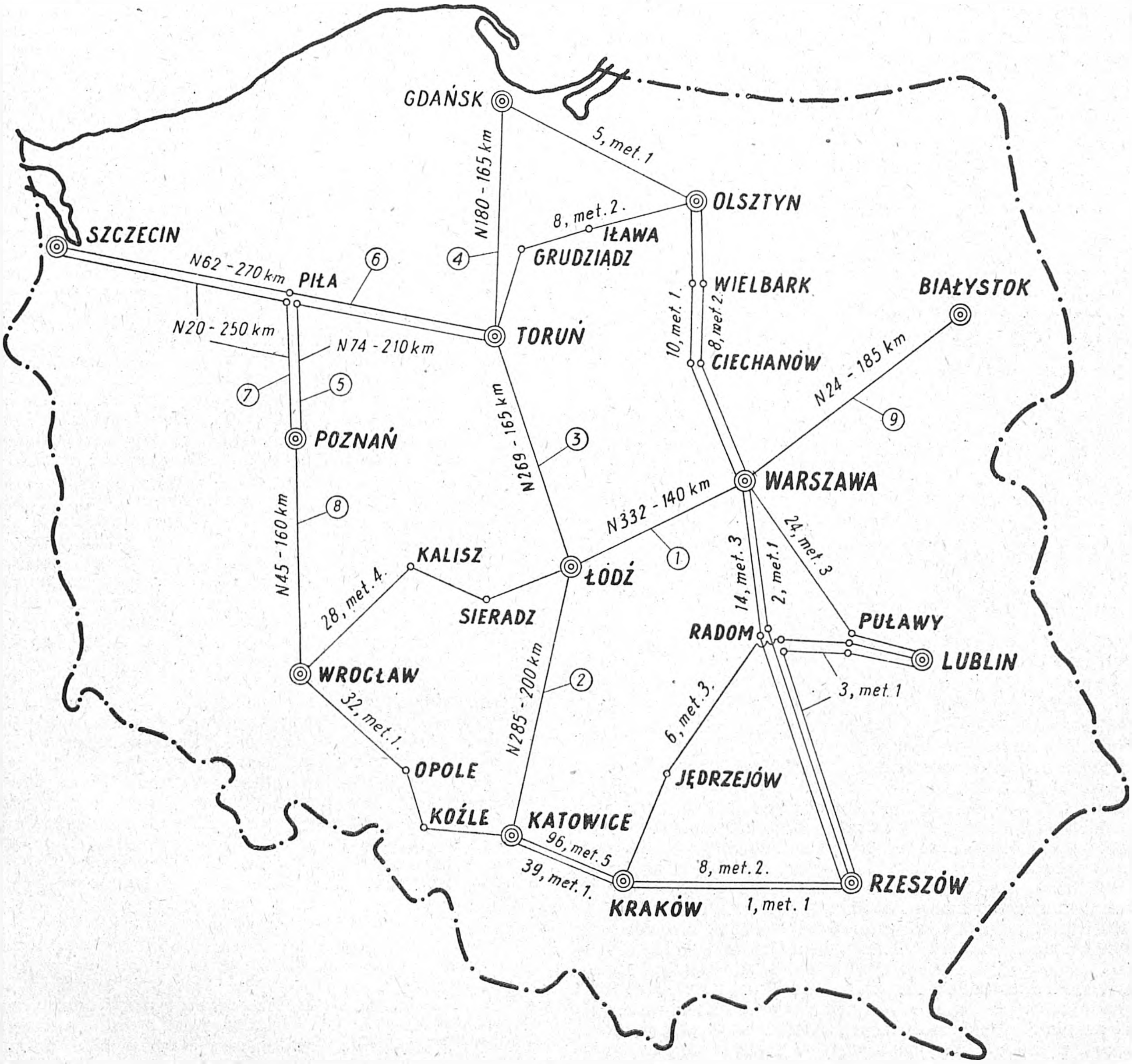
Systemy naturalne i mieszane korzystają z torów pupinizowanych, systemy nośne — z torów pupinizowanych lub niepupinizowanych (s12), lub z torów niepupinizowanych (wszystkie pozostałe).

Podany wyżej podział systemów dotyczy łączy telefonicznych, a nie kabli lub linii kablowych, gdyż wewnątrz jednego kabla możemy mieć tory, które mogą być eksploatowane różnymi systemami.

*) Wiązką łączy na pewnym odcinku linii nazywamy zespół łączy, z których żadne nie kończy się wewnątrz danego odcinka.

Scharakteryzujemy pokrótce każdy z podanych systemów.

System jednotorowy naturalny (1n). Każdy tor daje tu jedno łącze. Tłumienie odcinka wzmacniakowego jest ograniczone dobrocią zrównoważenia toru przy pomocy równoważników we wzmacniakach i w praktyce jest ~ 1,3 N, co odpowiada przy średnicy żył d_1 = 0,9 mm



Rys. 4. Wiązki łączy międzywęzłowych w poszczególnych odcinkach sieci kablowej

N — Wiązka przebiegająca w projektowanej linii kablowej. Pierwsza liczba po literze N oznacza liczbę łączy w wiązce między 2 centralami węzłowymi. Druga liczba oznacza długość wiązki w kilometrach. Liczba w kółku — numer wiązki.

28, met. 4. — Wiązka przebiegająca w istniejącej linii kablowej. Liczba przed przecinkiem oznacza liczbę łączy w wiązce między centralami węzłowymi. Liczba po kropce oznacza numer metody, przy pomocy której należy przystosować tory dla łączy międzywęzłowych: met. 1-pojedyńcze łącza naturalne, met. 2 — system (1+3) met. 3 — depupinizacja, system (1+6), met. 4 — depupinizacja z dodatkowym kablem, system dwunastokrotny, met. 5 — istniejące linie z kablami styrofleksowymi.

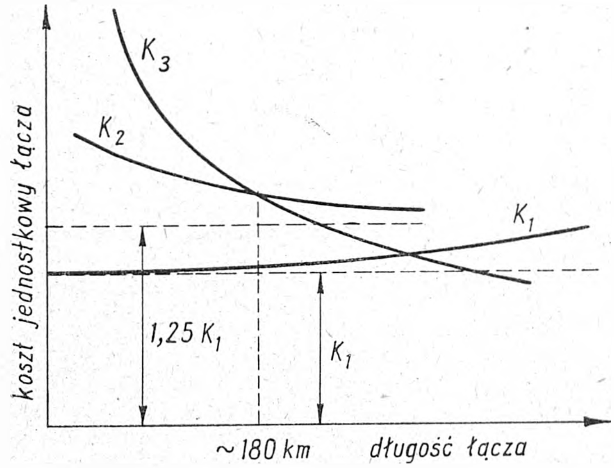
długości odcinka $L_1 \approx$ 70 km, a przy średnicy d_1 = 1,3 mm długości $L_1 \approx$ 140 km (pupinizacja: f_0 3500 Hz). Liczba≈ wzmacniaków jest ograniczona: poczynając od pewnej liczby wzmacniaków np. 6 włączanie następnego wzmacniaka nie daje korzyści. Wynika stąd, że zasięg teoretyczny wynosi np. przy średnicy żył 0,9 mm: 6.70 = 420 km, a przy średnicy żył 1,3 mm: 6 × 140 = 840 km. Eksploatacja łączy jednotorowych jest kłopotliwa i kłopoty szybko rosną z liczbą wzmacniaków, wobec tego najczęściej nie wykorzystuje się zasięgu teoretycznego. Zasięg praktyczny jest sprawą umowy i zależy od tego, jaką wagę przywiązujemy do pewności ruchu. Przechodząc na system dwutorowy uzyskujemy znacznie większą pewność ruchu, jednakże system dwutorowy jest droższy. Koszt jednostkowy*) K_1 łącza jednotorowego rośnie powoli z długością łącza, gdyż im większa jest liczba wzmacniaków, tym mniejsze musi być tłumienie jednego odcinka wzmacniakowego.

System dwutorowy naturalny (2n). Każda para torów daje tu jedno łącze. Tłumienie odcinka wzmacniakowego jest ograniczone przesłuchem między torami i w praktyce jest ~ 2,6 N, co odpowiada przy średnicy np. d_2 = 0,9 mm długości odcinka $L_2 \approx$ 140 km (pupinizacja: $f_0 \approx$ 3500 Dz). Liczba wzmacniaków, a zatem i zasięg przy użyciu odpowiedniej pupinizacji są nieograniczone (tysiące kilometrów). Eksploatacja łączy dwutorowych jest prostsza, pewność ruchu znacznie większa. Jeżeli za podstawę do porównania wziąć dla systemu jednotorowego długość odcinka wzmacniakowego $L_1 \approx$ 140 km (d_1 = 1,3 mm), to ilość miedzi w kablu przypadająca na jedno łącze dwutorowe wypada ta sama, co w systemie jednotorowym (2 razy więcej żył 2 razy cieńszych). Jednakże wobec tego, że fabrykacja kabla z cieńszymi żyłami jest droższa, koszt

*) Koszt łącza na 1 km linii.

jednostkowy K_2 łącza w systemie dwutorowym wypada większy od kosztu jednostkowego łącza w systemie jednotorowym, w praktyce o ok. 25%, tj. $K_2 \approx 1,25\ K_1$. Ta różnica wzrasta dla małych długości łączy wskutek tego, że systemy dwutorowe wymagają na końcach łącza urządzeń sygnalizacyjnych; koszt tych urządzeń przy mniejszych długościach stanowi pokaźny procent kosztów całego łącza. Koszt jednostkowy łącza dwutorowego (poczynając od pewnych długości) nie zależy od długości łącza (rys. 5).

Porównując system naturalny dwutorowy z systemem jednotorowym widzimy, że o przejściu z systemu jedno-



Rys. 5. Charakter zależności kosztów jednostkowych (K łącza od długości łącza

K_1 dla systemu jednotorowego naturalnego (1n),
K_2 dla systemu dwutorowego naturalnego (2n),
K_3 dla systemu dwutorowego mieszanego (1+1).
Uwaga. Krzywe nie mogą służyć do odczytywania wzajemnego stosunku kosztów.

torowego na dwutorowy decyduje nie kwestia opłacalności, lecz pewności ruchu.

System dwutorowy mieszany jednokrotny (1 + 1). Każda para torów daje tu 2 łącza: jedno naturalne i jedno nośne. Tłumienie odcinka wzmacniakowego jest ograniczone przesłuchem i wynosi ~ 2,6 N (dla największej częstotliwości przenoszonej ~ 5700 Hz). Ponieważ częstotliwość graniczna pupinizacji musi tu być ~ 2 razy większa niż w systemie naturalnym, przeto tłumienie jednostkowe toru wypada ~ 2 razy większe. Chcąc zachować tę samą długość odcinka wzmacniakowego, co w systemie dwutorowym naturalnym (np. $L_3 = L_2 \approx 140$ km), należy dać ~ 2 razy większy przekrój drutu (np. średnicę 1,3 mm zamiast 0,9 mm). Można też pozostawić przekrój drutu bez zmiany (np. 0,9 mm), wtedy jednak długość odcinka wzmacniakowego zmaleje dwukrotnie (70 km zamiast 140 km). Tak więc średnice wypadają takie same jak w systemie jednotorowym. Ilość miedzi na jedno łącze wypada znowu ta sama, co w obu poprzednich systemach, jeśli za podstawę do porównania wziąć $L_1 = 140$ km. Natomiast wzmacniaki wypadają taniej, gdyż są one typu grupowego (1 wzmacniak służy dla 4 kanałów, po 2 kanały w każdym z kierunków). Wobec tego dla dostatecznie długich łączy koszt jednostkowy łącza wypada taki sam lub nawet mniejszy, niż koszt łącza jednotorowego *), a więc tym bardziej niższy od kosztów łącza dwutorowego naturalnego. Przy zmniejszaniu odległości koszt urządzeń końcowych, które są tu niezbędne, odgrywa coraz to większą rolę, tak iż poczynając od pewnej odległości koszt w systemie (1 + 1) staje się większy od kosztu łącza w systemie (2 n). Orientacyjnie odległość krytyczna wynosi od 180 do 200 km (por. rys. 5). **)

Tak więc porównując system (1 + 1) z systemem (2 n) stwierdzamy, że pierwszy z nich staje się opłacalnym poczynając od pewnej odległości. Pod względem pewności ruchu i jakości transmisji oba systemy są sobie równoważne.

System dwutorowy mieszany trójkrotny (1+3). Każda para torów daje tu 4 łącza: 1 naturalne i 3 nośne.

*) Według danych francuskich następuje to dla długości ok. 600 km (por. Belus „Cours de Transmission Téléphonique", 1943, str. 86).

**) Por. Wallot „Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik", 1943, § 425.

Częstotliwość graniczna pupinizacji musi być ok. 4 razy większa niż w systemach naturalnych, a zatem tłumienie jednostkowe torów przy tych samych średnicach żył wypada 4 razy większe, niż w systemie (2 n). Jeżeli jednak zwiększyć przekrój dwukrotnie (dać średnicę $d_3 = 2d_2$, a więc np. 1,3 mm zamiast 0,9 mm) i ponadto skrócić dwukrotnie długość odcinka wzmacniakowego (dać $L_3 = \frac{1}{2} L_2$, a więc np. 70 km zamiast 140 km), to otrzymuje się to samo, co w systemie (2n) tłumienie odcinka wzmacniakowego.*) Ilość miedzi na jedno łącze wypada tu dwukrotnie mniejsza, niż we wszystkich poprzednich systemach, a to z powodu tego, że dopuszczono dwukrotnie większe tłumienie jednostkowe. Ponadto dochodzą znaczne koszty urządzeń końcowych. Z tego powodu koszt jednostkowy łącza w systemie (1 + 3) może wypaść mniejszy dopiero poczynając od dość znacznej długości łącza, kiedy koszt urządzeń końcowych nie odgrywa już większej roli. Trudno jest wobec braku danych podać konkretne liczby, jednak można sądzić, że system (1 + 3) staje się tańszym od systemu (2n) dopiero dla odległości przekraczających 200 km.**) Kalkulacja ta obowiązuje, jeżeli potrzebujemy na taką odległość wszystkich 4 łączy lub ich wielokrotności.

System symetryczny dwunastkowy (s). Każda para torów daje tu 12 łączy nośnych (łącze naturalne nie jest wykorzystane). Ze względu na przesłuch konieczne są dwa kable, każdy dla innego kierunku przepływu energii (linia dwukablowa)***) oraz specjalne urządzenia pomocnicze do symetryzacji kabla (kompensatory sprzężeń). Wobec tego można dopuszczać znacznie większe tłumienie odcinka wzmacniakowego, np. 6,5 N; długości odcinków wzmacniakowych wypadają przy torach z izolacją żył papierowo-powietrzną, nie pupinizowanych ok. 30 km; dla takich samych torów odpowiednio pupinizowanych ($f_G \approx 85$ kHz) ok. 60 km, a dla torów pupinizowanych z izolacją żył styrofleksowo-powietrzną, nawet powyżej 100 kilometrów. Urządzenia końcowe są skomplikowane i wobec tego kosztowne, natomiast ogólna liczba wzmacniaków wypada znacznie mniejsza wobec tego, że jeden wzmacniak grupowy służy dla 24 kanałów (po 12 kanałów w każdym kierunku). Dla małych odległości system zupełnie się nie opłaca wobec dużych kosztów urządzeń końcowych i pomocniczych. Dla większych odległości koszt urządzeń dodatkowych jest skompensowany z nadmiarem przez mniejszy koszt wzmacniaków. Wobec konieczności stosowania drugiego kabla (ewent. specjalnego kabla z ekranami) długość krytyczna, od której poczynając system (s) staje się opłacalnym, zależy od liczby łączy, którą chcemy uzyskać, i maleje, jeśli ta liczba (która jest wielokrotnością dwunastu) rośnie. Jeżeli oprzeć się na źródłach brytyjskich ****), to można wyprowadzić z nich zależność, którą na rys.. 6 podaje krzywa *a*: jest to miejsce geometryczne punktów w płaszczyźnie „ilość łączy — długość łączy", dla których koszt systemu (s12) i systemu (2n) jest jednakowy. Krzywa ta jest interesująca jedynie dla długości poniżej 180 km, gdyż dla większej długości system (m) staje się tańszy od systemu (2n), a zatem należy tu przeprowadzać porównanie między systemem (s12), a systemem (m). Przebieg krzywej stanowiącej granicę opłacalności systemów (s) i (m) nie jest nam znany, niemniej można twierdzić, że krzywa ta przetnie krzywą *a* w punkcie dla ok. 180 km i powyżej tej długości będzie przebiegała na prawo od krzywej *a*.

Analogiczne porównanie można by przeprowadzić między systemami (s24), (s36) i (s48) a systemami (2n) i (m). Ze względu na duże podobieństwo wyników i mniejszą ważność problemu przejdziemy odrazu do systemu koncentrycznego. Wystarczy zaznaczyć, że odpowiednie krzywe przebiegają między krzywymi *a* i *b* na rys. 6.

System koncentryczny, kilkasetkrotny (k). Linia może być jednokablowa, jednak dla każdego kierunku przepływu energii konieczna jest jedna para

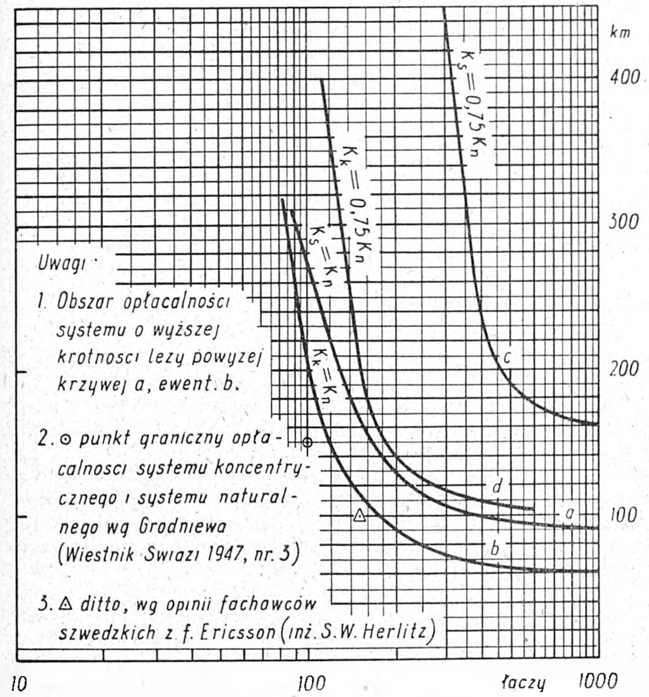
*) W praktyce może ono być z pewnych względów nieco większe, a więc np. 3,5 N.

**) Por. Wallot „Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik", 1943, § 425.

***) Istnieją też rozwiązania przy pomocy linii jednokablowej z zastosowaniem ekranów wewnątrz kabla oddzielających od siebie oba kierunki.

****) Ob. „Programme Général d'Interconnection Téléphonique en Europe (1947—1952)", wydawnictwo CCIF, Paris 1946, str. 142, oraz: Chamney „Les cables modernes de Télécommunication", L' Onde Electrique, 1946, str. 448. W tych pracach podano stosunki kosztów w poszczególnych systemach.

przewodów o konstrukcji koncentrycznej*). Obie pary mogą dostarczyć np. 600 łączy telofonicznych w zakresie do ok. 2,5 MHz. Odstęp między wzmacniakami wynosi ok. 10 km. Jeden wzmacniak służy wszystkim 600 łączom. Większość wzmacniaków linii jest niedozorowana i jest zasilana z odległości ze stacji wzmacniakowej przy pomocy tych samych par koncentrycznych. Wzmacniaki nie-



Rys. 6. Porównanie systemów wielokrotnych

a granica opłacalności systemu symetrycznego dwunastokrotnego i systemu dwutorowego naturalnego

b granica opłacalności systemu koncentrycznego i systemu dwutorowego naturalnego

c miejsce geometryczne punktów, dla których koszt systemu symetrycznego K_s stanowi $^3/_4$ kosztów systemu naturalnego K_n

d miejsce geometryczne punktów, dla których koszt systemu koncentrycznego K_k stanowi $^3/_4$ kosztów systemu naturalnego K_n

dozorowane umieszcza się w specjalnych szafkach lub studniach. Mniej więcej co czwarta lub piąta stacja jest dozorowana. Dąży się obecnie do powiększenia tej liczby do ok. 10.

W systemie (k) koszt kabla i wzmacniaków przypadający na jedno łącze jest o wiele mniejszy niż w poprzednich systemach, natomiast koszt urządzeń końcowych jest znaczny. Jeżeli jednak zasięg oraz liczba wymaganych łączy jest dostatecznie duża, to system ten uzyskuje przewagę nad wszystkimi innymi. Opierając się na tych samych co poprzednio źródłach brytyjskich otrzymujemy krzywą *b* na rys. 6. Wynika z niej, że system (k) staje się opłacalnym przy zasięgu 300 km już poczynając od 85 łączy, przy zasięgu 200 km poczynając od 100 łączy i przy zasięgu 100 km już od 180 łączy. Ze źródeł radzieckich**) otrzymujemy jeszcze korzystniejszą dla systemu koncentrycznego informację: 150 km i 100 łączy jako punkt graniczny porównywanych systemów. Według opinii przedstawicieli firmy Ericsson (inż. Herlitz) system (k) opłaca się poczynając od ok. 100 km i ok. 150 łączy. Jest rzeczą interesującą, że krzywa *b* przebiega pod krzywą *a*, a nie odwrotnie.

Porównanie systemu koncentrycznego z systemem naturalnym nie było by zakończone, gdybyśmy nie zwrócili uwagi na jeszcze jedną ważną okoliczność przemawiającą na korzyść systemu koncentrycznego. Oto system ten nie wymaga dodatkowych wkładów dla uzyskania rezerwy w kablu na wypadek, jeśli zapotrzebowanie na łącza wzrośnie w przyszłości. Wykażemy to w sposób następujący. Niech trzeba będzie zrealizować 100 łączy na

*) W. Nowicki. Projekt nowej kablowej sieci telekomunikacyjnej w Europie. Przegl. Telekomun., lipiec—sierpień 1946 r.

**) Grodniew. Sowremiennyje sistemy kablirowanja mieżdugorodnych swiaziej. Wiestnik Swiazi, 1947, nr 2 i 3.

długości 270 km. Z krzywej na rys. 6 widać, że w tych warunkach oba systemy: (2n) i (k) są jednakowo kosztowne. Jeśli jednak, jak to zwykle się robi, przewidujemy, że po pewnym czasie zapotrzebowanie wzrośnie np. do 300 łączy, to w systemie koncentrycznym nie potrzebujemy robić wskutek tego żadnych wkładów, albowiem ułożony kabel o 2 parach koncentrycznych wraz ze wzmacniakami jest od razu przystosowany do 600 łączy, zawiera więc rezerwę nawet na 500 łączy. Gdy zajdzie potrzeba powiększenia liczby łączy, trzeba będzie jedynie dodać odpowiednią liczbę urządzeń końcowych. Tymczasem w systemie naturalnym jesteśmy zmuszeni od razu ułożyć kabel o 3 razy większej liczbie żył. Ponieważ koszt kabla wraz z jego montażem stanowi w systemie naturalnym ok. 65% kosztów całości urządzeń, przeto musimy zainwestować kapitał co najmniej

$$3.0{,}65 + 0{,}35 = 2{,}3$$

razy większy, niż w systemie koncentrycznym. Pierwszy składnik oznacza koszt inwestycyjny kabla, a drugi — koszt inwestycyjny stacji wzmacniakowych obliczony na 100 łączy.

Tę samą zaletę, aczkolwiek w znacznie mniejszym stopniu, posiadają i inne systemy wielokrotne, np. system dwunastokrotny; w tym systemie chcąc uzyskać rezerwę powinniśmy co prawda przewidzieć pewną liczbę żył rezerwowych, a więc „zakopać pewien kapitał do ziemi", jednak koszt miedzi stanowi tu znacznie mniejszą część kosztu całkowitego niż to jest w systemach naturalnych.

Wnioski z porównania systemów transmisyjnych

Rozważania podane wyżej prowadzą do wniosku, że nieomal każdy z wymienionych systemów dwutorowych posiada właściwy sobie zakres stosowania, w którym jak się okazuje, jest on ekonomiczniejszy od pozostałych. Natomiast pod względem pewności ruchu lub jakości transmisji systemy te mogą być uważane za mniej więcej równoważne. Co prawda istniejące dziś urządzenia systemu (2n), (1+1) lub (1+3) mają prawie zawsze pasmo przenoszone: 300 do 2 400 (2 700) Hz, nie jest to jednak związane z właściwością systemów, lecz z okresem, w którym urządzenia te były wykonywane.

Jeżeli oprzeć się na krzywych podanych na rys. 6, a ponadto wziąć pod uwagę, że system mieszany zaczyna się opłacać poczynając od zasięgu ok. 180 km i przy większych zasięgach staje się o ok. 25% tańszy od systemu dwutorowego naturalnego, to można narysować w płaszczyźnie „ilość łączy — długość łączy" obszary stosowalności poszczególnych systemów. Jak widać z rys. 7, nie ma wcale zastosowania dla systemów symetrycznych. Innymi słowy system koncentryczny dzięki różnym swym właściwościom wysuwa się na czoło systemów przeznaczonych dla długich i obfitych wiązek. Na tle tego staje się zrozumiałe zdanie, które czytamy w komunikacie brytyjskiego Min. P. i T.: ***) „Jeżeliby system koncentryczny był w swoim czasie dostatecznie wykończony, to jest wątpliwe, czy system symetryczny dwunastokrotny był by w ogóle stosowany".

Byłoby rzeczą nieostrożną wyciągać dalej idące wnioski opierając się na stosunkowo szczupłym materiale informacyjnym, nie mniej można stwierdzić, co następuje:

1. Technika brytyjska opanowała oba systemy i po doświadczeniu, nabytym w dziedzinie systemów symetrycznych, przechodzi zdecydowanie na systemy koncentryczne.

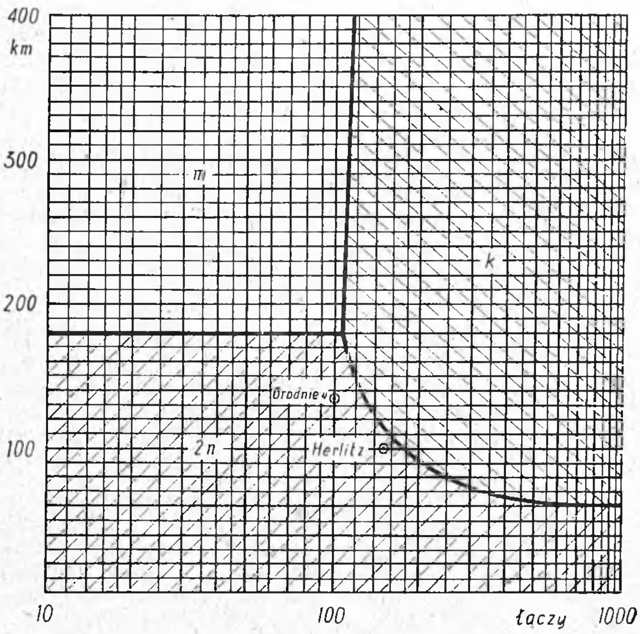
2. Systemy symetryczne wymagają 2 kabli (albo 1 kabla ze specjalnym ekranem rozdzielającym kabel na 2 części), wtedy gdy zarówno systemy naturalne, jak i systemy koncentryczne, mogą być realizowane w jednym kablu; natomiast najważniejsza, a więc i najbardziej kosztowna część urządzeń końcowych jest ta sama w systemach symetrycznych, co w koncentrycznych. Prawdopodobnie te cechy porównywanych systemów sprawiają, że system symetryczny mniej się opłaca.

3. System symetryczny wymaga daleko posuniętej kompensacji sprzężeń indukcyjnych i pojemnościowych. Odpowiednie zabiegi przeprowadza się w tym celu podczas fabrykacji, przy montażu i w czasie eksploatacji. Trudno-

***) Programme Général d'Interconnection Téléphonique en Europe (1947—1952), wyd. CCIF, 1946.

ści tych nie posiada system koncentryczny. Tym się tłumaczy, że czas naprawy uszkodzonego kabla jest w tym systemie o wiele krótszy, niż w systemie symetrycznym, a tym bardziej krótszy, niż w systemie naturalnym (przy tej samej liczbie łączy). Dlatego właśnie według opinii fachowców brytyjskich system koncentryczny okazał się najmniej wrażliwy na zakłócenia ruchu podczas minionej wojny.*)

4. System symetryczny na kablach nie pupinizowanych z izolacją papierowo-powietrzną wymaga stacji wzmacniakowych co ok. 35 km. Stacje te powinny mieć własne



Rys. 7. Obszary stosowalności systemów transmisyjnych
2 n — system dwutorowy naturalny
m — system dwutorowy mieszany: (1+1) lub (1+3)
k — system koncentryczny
Grodniew — punkt graniczny opłacalności systemów (2n) i (k) wg Grodniewa
Herlitz — punkt graniczny opłacalności systemów (2n) i (k) wg Herlitza

źródła zasilania, co może sprawiać trudności w krajach niedostatecznie zelektryfikowanych. W systemie koncentrycznym wzmacniaki wypadają co prawda np. co 10 km, jednakże są one zasilane z odległości tym samym kablem ze stacji wzmacniakowych rozmieszczonych np. co 70 km.

Nie mniej należy przyznać, że w niektórych krajach system symetryczny występuje obok systemu koncentrycznego również w nowych projektach. W szczególności w Holandii system symetryczny jest coraz bardziej doskonalony, przy czym stosuje się tam coraz większą krotność systemów: 24, 36 i 48. Było by bardzo interesujące poznać przyczyny tych rozbieżnych tendencji w W. Brytanii i Holandii; być może grają tu rolę ograniczenia patentowe, tradycje konstruktorów, trudności surowcowe prowadzące do innych kalkulacji lub wreszcie odmienna struktura ludnościowa obu krajów, w Holandii bowiem wiązki łączy, aczkolwiek prawdopodobnie obfite, są z natury rzeczy o wiele krótsze niż w W. Brytanii. Tak więc w W. Brytanii wiązki liczące kilkaset łączy posiadają przeważnie długości rzędu kilkudziesięciu kilometrów, gdy w Holandii są one rzędu 30 do 40 km. Wynika stąd, że jeżeli nawet odmienna kalkulacja wykaże, że krzywa *a* na rys. 6 leży poniżej krzywej *b*, to będzie to najwyżej wskazówką, że dla krótkich wiązek opłaca się stosować system (s), i tak właśnie jest w Holandii. Natomiast jest rzeczą naturalną, że poczynając od pewnej długości i liczby łączy napewno przeważy system (k).

Gdyby brytyjski punkt widzenia został całkowicie potwierdzony, to mimo to system (s) może mieć w Polsce zastosowanie w związku z depupinizacją torów w istniejącej sieci kablowej (ob. rozdz. 4, metody 3, 4 i 5) oraz jako sposób na zmniejszenie sumy, którą należałoby zainwestować w kablu dla uzyskania łączy rezerwowych, jeżeli nie przewiduje się, że system koncentryczny mógłby być w danej relacji w przyszłości uzasadniony.

*) „Programme Général d'Interconnection Téléphonique en Europe (1947—1952)", wyd. CCIF, 1946, str. 143.

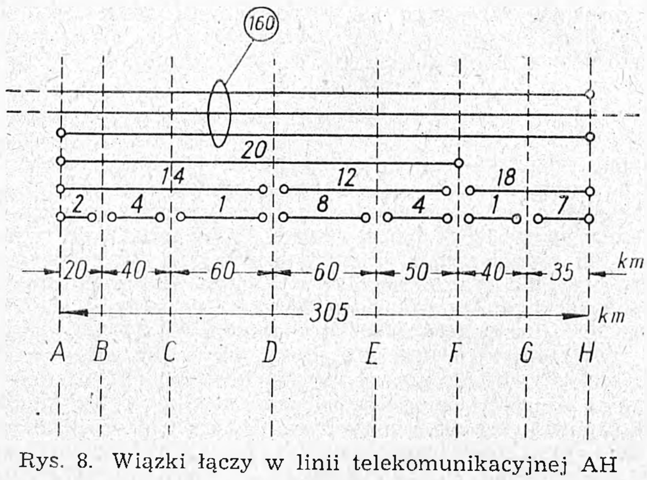
9. Systemy nowych kabli.

Wszystkie poprzednio rozważane systemy transmisyjne dotyczyły łączy, a nie całych kabli. Wiadomo jednak, że jeśli projektuje się linię kablową w kierunku, w którym dotychczas nie było żadnej linii kablowej, np. między punktami A i H (rys. 8), to prócz pewnej liczby łączy w wiązce AH, zachodzi potrzeba wykonania zazwyczaj ilościowo mniejszych wiązek AE, AD, DF, FH, ... oraz jeszcze mniej licznych wiązek AB, BC, CD itd. System łączy dla poszczególnych wiązek wypadnie wtedy rozmaity. Tak np. jeśli przyjąć odległości między punktami jak na rys. 8 i oprzeć się na obszarach stosowalności podanych na rys. 7, to otrzymamy, że wiązkę AB (160 łączy, 275 km) należy zrealizować na parach koncentrycznych, wiązkę AF (20 łączy, 200 km) systemem mieszanym (1+1), a pozostałe wiązki systemem naturalnym.

Powstaje teraz kwestia, czy łącza różnych systemów mają być umieszczone we wspólnym kablu, czy też w różnych kablach.

Zastosowanie wspólnego kabla przyniesie niewątpliwie pewne oszczędności. Wiemy dobrze, że nic nie stoi na przeszkodzie umieszczaniu systemów (1n), (2n), (1 + 1), i (1 + 3) we wspólnym kablu; sytuacja taka istnieje między innymi w polskiej sieci kablowej. Dlatego potraktujemy teraz wszystkie te systemy łącznie jako systemy naturalne i mieszane (nm). Inne systemy, które weźmiemy pod uwagę, będą to systemy (s) i (k). Otóż okazuje się, że system (k) może być bez żadnych przeszkód umieszczany łącznie z systemem (nm) zarówno dlatego, że oba te systemy korzystają z innych częstotliwości („nm" poniżej 20 kHz, a „k" od 60 kHz), jak i dlatego, że warstwa zewnętrzna rury (zewnętrznego przewodu pary koncentrycznej) działa jak ekran izolując parę od „świata zewnętrznego" i odwrotnie. Co więcej, konstrukcja kabla mieszanego jest korzystna, pozwala bowiem na lepsze wyzyskanie wolnego miejsca w kablu między rurami. Działanie ekranujące rury umożliwia również łączenie w kablu systemów (k) i (s), przynajmniej wynika to z opisów tego rodzaju konstrukcji*).

Pewne obawy nasuwa natomiast współpraca systemu (nm) z systemem (s). Jeżeli nawet wykonać linię dwu-



Rys. 8. Wiązki łączy w linii telekomunikacyjnej AH
Nad wiązką podano liczbę łączy w wiązce (przykładowo)

kablową, przeznaczając każdy z obu kabli dla innego kierunku, to istnieje mimo to możliwość przesłuchu z toru (s) jednego kierunku na tor (s) drugiego kierunku za pośrednictwem torów (nm) i wzmacniaków (nm). Aby zapobiec tym sprzężeniom, stosuje się specjalne środki zaradcze **). Innym rozwiązaniem jest stosowanie w jednym kierunku kabla (nm+s), a w drugim kabla (s). W tym wypadku niebezpieczeństwo sprzężeń pośrednich jest usu-

*) Ob. np. „Cables et Transmission", Janvier 1948, str. 84.

**) Ob. np. Weaver, Tucker, Darnell „Diaphonie et bruits d'un système de transmission par courants porteurs sur cable", Les Communications à Courants Porteurs par Cables, wyd. f-y Standard, 1938; również: BSTI, January 1938.

nięte, gdyż zarówno kabel (s), jak i związane z nim wzmacniaki (s) są montowane zupełnie oddzielnie.

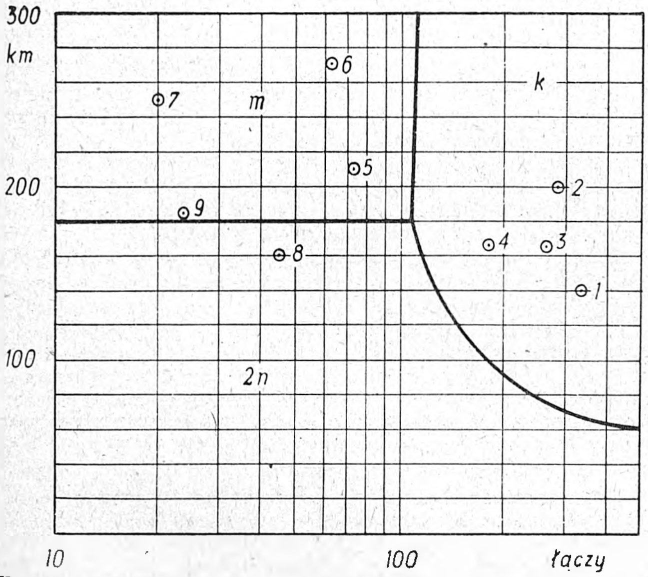
Konieczność łączenia różnych systemów transmisyjnych we wspólnym kablu nie zawsze zachodzi. Tak np. w W. Brytanii obok starej sieci pracującej w systemie naturalnym zbudowano sieć kablową systemu symetrycznego, a obecnie rozbudowuje się sieć kablową systemu koncentrycznego. W miarę powstawania bardziej nowoczesnych sieci starą sieć „rozcina się“, tworząc w niej łącza przeznaczone dla ruchu na niewielkie odległości. W ten sposób sieć systemu naturalnego przesuwa się do należnego jej miejsca w płaszczyźnie wykresu na rys. 7. Natomiast dłuższe wiązki są jednocześnie bardziej liczne, dlatego też są one realizowane w oddzielnej sieci systemu koncentrycznego. Budowanie linii kablowych, które zawierają tory przeznaczone dla różnych systemów było prawdopodobnie w W. Brytanii nieaktualne dlatego, że stara sieć kablowa była już dostatecznie obfita, nie zachodziła więc potrzeba dalszego jej zagęszczania, natomiast trzeba było tylko powiększyć liczbę łączy.

10. Wybór systemów transmisyjnych i systemów kabli dla nowych linii kablowych w Polsce.

Wybór systemów transmisyjnych

Opierając się na obszarach stosowalności systemów według rys. 7 można wyciągnąć wnioski co do systemów łączy międzywęzłowych, przebiegających w nowych liniach kablowych jak podaje rys. 4 (litera N).

Wiązki Warszawa — Łódź, Łódź — Katowice, Łódź — Toruń i Toruń — Gdańsk. Wiązki te powinny być zrealizowane systemem koncentrycznym (rys. 9, wiązki nr 1, 2, 3 i 4). Przy pomocy danych cy-



Rys. 9. Położenie punktów, odpowiadających poszczególnym wiązkom łączy międzywęzłowych w nowych liniach kablowych w płaszczyźnie „liczba łączy — długość łączy“.

Cyfra przy punkcie oznacza numer wiązki podany na rys. 4 w kółku.

towanych *) w rozdz. 8 (ob. również rys. 6) można obliczyć stosunek kosztu systemu koncentrycznego do kosztu systemu naturalnego lub symetrycznego. Otrzymamy wtedy wyniki podane w tabl. III.

Rzeczywiste spółczynniki kosztów mogą być mniejsze niż podane w powyższej tablicy, a więc wyniki tym bardziej korzystne dla systemu koncentrycznego z trzech następujących powodów.

1. Jeżeli uwzględnimy ruch międzynarodowy, to przesuniemy się jeszcze bardziej w głąb systemu (k) na rys. 7. Uwzględniając mianowicie liczby z rozdz. 11 otrzymamy zestawienie podane w tabl. IV.

2. Jeżeli ponadto przyjmiemy, że należy przewidzieć tylko 25% rezerwy na powiększenie w dalszej przyszłości liczby łączy (kabel układa się nie na 10 lat, lecz co najmniej na 30 lat), to koszt inwestycyjny systemu koncentrycznego nie zmieni się, natomiast koszt inwestycyjny systemu naturalnego wzrośnie ok.

$$0{,}35 + 1{,}25 . 0{,}65 = 1{,}16 \text{ razy,}$$

gdzie 0,65 jest stosunkiem kosztu kabla (wraz z jego montażem) do kosztu całości urządzeń w systemie naturalnym (rozdz. 8).

3. Dane, na podstawie których opracowano obszary stosowalności (rys. 7), są oparte na założeniu, że na obu końcach wiązki łączy znajdują się urządzenia końcowe

Tablica III

Relacja	Stosunek kosztu systemu koncentrycznego do kosztu systemu naturalnego (2n)	Stosunek kosztu systemu koncentrycznego do kosztu systemu symetrycznego (s12)
Warszawa-Łódź, 332 łączy, 140 km	0,68	0,75
Łódź-Katowice, 285 łączy, 200 km	0,60	0,70
Łódź-Toruń, 269 łączy, 165 km	0,64	0,73
Toruń-Gdańsk, 180 łączy, 165 km	0,73	0,80

dla wszystkich łączy. Jeżeli jednak część wiązki jest dłuższa, to można zmniejszyć liczbę urządzeń końcowych na tych stacjach, gdzie reszta wiązki się kończy, zastępując odpowiednią część urządzeń końcowych tzw. filtrami grupowymi. Filtry te są oczywiście znacznie tańsze. Nie jest obecnie możliwe ustalenie korzyści, które stąd płyną, tym bardziej, że metoda ta znajduje się jeszcze w stanie rozwoju.

Z drugiej strony rzeczywiste spółczynniki kosztów mogą być w warunkach polskich większe, niż podane w tablicach, z następującego powodu.

Obszary stosowalności systemów (rys. 7) są oparte na danych brytyjskich opracowanych dla warunków w W. Brytanii. Jeżeli uważać, że w naszych warunkach mamy możność produkowania systemów naturalnych i mieszanych bez pomocy zagranicznej w postaci licencji czy surowców, a dla uruchomienia „w rozsądnym czasie“ produkcji systemów wielokrotnych będziemy zmuszeni z takiej pomocy skorzystać, to trzeba uwzględnić, że część naszych wydatków będzie musiała być pokryta w walucie zagranicznej (np. w dolarach). Trzeba jednak wziąć równocześnie pod uwagę, że systemy naturalne wymagają o wiele większych ilości miedzi, którą musielibyśmy sprowadzać z zagranicy. Szczegółowe rozpatrzenie tej kwestii nie jest na razie możliwe, aczkolwiek powinno być wykonane, zanim zapadnie decyzja w sprawie obioru systemów transmisyjnych.

Tablica IV

Relacje	Stosunek kosztu systemu koncentrycznego do kosztu systemu naturalnego (2n)	Stosunek kosztu systemu koncentrycznego do kosztu systemu symetrycznego (s 12)
Warszawa-Łódź 474 łączy, 410 km	0,63	0,75
Łódź-Katowice 417 łączy, 200 km	0,54	0,69
Łódź-Toruń 375 łączy, 165 km	0,60	0,72
Toruń-Gdańsk 286 łączy, 165 km	0,62	0,73

Pozostałe wiązki w nowej sieci kablowej. Umieszczając punkty odpowiadające pozostałym wiązkom w płaszczyźnie „liczba łączy — długość łączy“ (rys. 9, wiązki nr 5—9) przekonywamy się, że wszystkie one leżą w obszarze stosowalności systemów mieszanych lub nawet naturalnych. Niektóre z tych punktów leżą jednak blisko granicy obszaru stosowalności systemu koncentrycznego; dotyczy to w szczególności wiązki: Toruń — Piła — Poznań: 74 łącza, 210 km. Jeżeli wziąć pod uwagę 25% rezerwy, a ponadto korzyści, które można wyciągnąć z zastosowania filtrów grupowych w Poznaniu i w Toruniu, to, być może, zastosowanie systemu kon-

*) Odsyłacz ****) na str. 148.

centrycznego będzie celowe również i dla tej wiązki. Jeżeli nie, to w każdym razie należało by przewidzieć w kablu 2 pary koncentryczne dla wykorzystania ich w późniejszej przyszłości.

Wybór systemów kabli

Jeżeli linie kablowe dla relacyj: Warszawa — Łódź, Łódź — Katowice i Łódź — Gdańsk będą budowane wzdłuż tras istniejących linii kablowych, to mogą one zawierać kable typu (k), a więc kable pozbawione par przeznaczonych dla systemów (nm). Jednocześnie zwolnione tory w istniejących na tych trasach liniach kablowych będą przeznaczane dla krótszych odległości.

Jeżeli te same linie kablowe będą prowadzone nowymi drogami, to należało by stosować kable typu mieszanego, a więc kable typu (k+nm).

Wszystkie inne projektowane linie kablowe przebiegają nowymi drogami, to też powinny one posiadać kable typu (nm) lub typu (nm+k) stosownie do wymagań omówionych wyżej.

11. Telekomunikacja międzynarodowa.

Wszystkie dotychczasowe rozważania nie uwzględniały wymagań, które stawia urządzeniom telekomunikacyjnym ruch międzynarodowy. Tymczasem problem łączności telekomunikacyjnej Polski z innymi krajami jest bardzo ważny, a właściwe jego postawienie i rozwiązanie może mieć wielkie znaczenie dla całości życia kulturalnego i gospodarczego kraju, albowiem telekomunikacja międzynarodowa może być bodźcem przyspieszającym wszelkie procesy gospodarcze o znaczeniu międzynarodowym oraz może znacznie ułatwić i usprawnić porozumiewanie się z naszymi placówkami oraz ośrodkami polskimi za granicą.

Dotychczas ruch telekomunikacyjny rozwijał się w różnych krajach przeważnie pod znakiem ruchu wewnętrznego. Łączność między poszczególnymi krajami była utrudniona wskutek stosunkowo małej liczby łączy międzynarodowych. Doceniając jednak znaczenie telekomunikacji międzynarodowej szereg krajów europejskich przystąpił w ostatnich latach do realizacji nowej sieci kablowej, której zadaniem było by zrealizować szybki ruch telefoniczny między tymi krajami. Idąc po tej linii Międzynarodowy Doradczy Komitet Telefoniczny opracował 5-letni plan realizacji nowej sieci europejskiej. Plan przewiduje budowę linii telekomunikacyjnych z łączami systemu koncentrycznego między W. Brytanią, Belgią, Francją, Szwajcarią, Włochami i Austrią. Niezależnie od tego plan przewiduje linię z łączami systemu symetrycznego między Holandią i Norwegią a krajami ościennymi oraz między krajami południowo-wschodniej Europy a Włochami, Francją i Szwajcarią. Dużą trudnością w zaplanowaniu sieci międzynarodowej była niemożność ustalenia, czy może być mowa o tranzycie przez terytorium okupowane. W związku z tym zaprojektowano hipotetyczną linię z łączami systemu koncentrycznego, która by połączyła kraje zachodnie przez Holandię i Danię ze Szwecją, gdyby droga przez Niemcy nie była możliwa. *)

Zagadnienie telekomunikacji międzynarodowej zawiera w sobie dwa składniki. Jeden z nich odnosi się do ruchu między Polską a zagranicą, drugi zaś — do tranzytu telekomunikacyjnego przez Polskę. Rozpatrzymy oddzielnie obie te sprawy.

Telekomunikacja między Polską a innymi krajami

Zakładając, że będzie wprowadzony między Polską a szeregiem krajów ruch szybki i opierając się na statystyce rozmów z 1938 r. z mnożnikiem 3 dla przewidywanego wzrostu ruchu za 10 lat, otrzymamy następujące liczby niezbędnych łączy między Polską a innymi krajami:

Austria	5	Rumunia	7
Belgia	6	Szwajcaria	11
Czechosłowacja	29	Szwecja	7
Dania	4	Węgry	9
Francja	22	W. Brytania	18
Jugosławia	3	Włochy	9
Holandia	12	ZSRR	— **)

*) Ob. odsyłacz ***) na str. 149.

**) Liczba łączy do ZSRR nie mogła być obliczona z powodu braku danych.

Przeważająca część łączy międzynarodowych powinna kończyć się w Warszawie.

Ruch telefoniczny z krajami nie wymienionymi w zestawieniu, odbywał by się za pośrednictwem central tranzytu międzynarodowego w innych państwach, a więc np. z Bułgarią za pośrednictwem Belgradu itp.

Tranzyt międzynarodowy przez Polskę

Sprawa tranzytu ma dla Polski znaczenie prawie wyłącznie gospodarcze. Niewątpliwie przejęcie tranzytu mogłoby przynieść Polsce pokaźne zyski materialne. W szczególności obecnie wobec przesunięcia się państwa polskiego na zachód i długotrwałego stanu okupacji Niemiec stwarzają się korzystniejsze warunki dla pozyskania tego tranzytu, który przed wojną przepływał przez Niemcy; dotyczy to przede wszystkim ruchu między państwami skandynawskimi a południową Europą.

Jeśli chodzi o sytuację państw, które ewent. korzystałyby z tranzytu przez Polskę, to może ona być dwojaka. Niektóre państwa są, praktycznie biorąc, zmuszone do korzystania z tranzytu przez nasz kraj, co wypływa z ich położenia geograficznego (np. tranzyt przez Polskę między ZSRR a Niemcami). Inne natomiast państwa mają lub będą miały do wyboru kilka dróg i wybiorą, oczywiście, tę z nich, która będzie przedstawiała dla nich większe korzyści (np. tranzyt ze Szwecji do Czechosłowacji przez Polskę lub przez Niemcy).

Liczby łączy telefonicznych między państwami skandynawskimi a krajami południowej Europy zaproponowane przez Międzynarodowy Komitet Telefoniczny są następujące: ***)

Dania—Czechosłowacja	12	łączy
Norwegia—Czechosłowacja	12	„
Szwecja—Austria	12	„
Szwecja—Czechosłowacja	12	„
razem	48	łączy

Przy odpowiednim zorganizowaniu drogi tranzytowej można by spodziewać się, że wyżej wymienione łącza oraz ewent. inne łącza przejdą przez Polskę.

Nowe linie kablowe dla połączenia polskiej sieci telekomunikacyjnej z siecią międzynarodową

Istniejące linie kablowe, za pomocą których polska sieć jest związana z europejską siecią kablową (jeśli nie liczyć dróg przez Niemcy), nie są zdolne zaspokoić przewidywanych potrzeb ruchu między Polską a innymi krajami oraz ruchu tranzytowego przez Polskę, a ponadto łącza w tych liniach nie spełniają nowoczesnych międzynarodowych wymagań pod względem szerokości pasma przenoszonego i szybkości przenoszenia. Tak więc, zachodzi potrzeba rozbudowy i modernizacji linii telekomunikacyjnych prowadzących za granicę.

Jest oczywiste, że decyzje co do zasad i sposobu realizacji łączności międzynarodowej powinny być podejmowane w drodze umów między zainteresowanymi krajami. Jednak już obecnie można sprecyzować, jaki powinien być polski punkt widzenia w tej sprawie.

Można sądzić, że jedną z najniezbędniejszych inwestycji powinna być budowa odpowiedniej linii telekomunikacyjnej do Związku Radzieckiego. Mogło by to być np. przedłużenie projektowanej linii Warszawa—Białystok. Wobec tego, że Związek Radziecki rozbudowuje na większą skalę swą sieć kablową, linia kablowa między Związkiem Radzieckim a Polską może niedługo stać się rzeczą realną.

Następnie, biorąc pod uwagę, że ewentualność realizacji nowoczesnych łączy przebiegających przez strefy okupacyjne Niemiec jest problematyczna, oraz że uzależnienie łączności Polski z innymi krajami europejskimi od tranzytu przez terytorium Niemiec wydaje się rozwiązaniem niekorzystnym, należy uważać za słuszne: 1) aby łączność z krajami Europy północnej była urzeczywistniona linią kablową, związaną przez wyspę Bornholm z projektowaną skandynawską siecią kablową o dużej szybkości przenoszenia, oraz 2) aby łączność z krajami Europy południowej była zrealizowana za pomocą linii kablowej, związanej z siecią południowo-europejską o dużej szybkości przenoszenia.

***) Programme Général d'Interconnection Téléphonique en Europe (1947—1952), wyd. CCIF, 1946.

Takie „trzy okna na świat" zwiążą naszą sieć kablową mocno z siecią europejską, a tym samym w znacznym stopniu powiększą przydatność sieci krajowej.

Jeśli wziąć pod uwagę liczby projektowanych łączy w ruchu z Polską i w ruchu tranzytowym przez Polskę, to otrzymuje się: dla kierunku północnego ku państwom skandynawskim

$6 + 4 + \frac{1}{2} . 22 + 12 + 7 + 18 + 48 = 106$ łączy,

dla kierunku południowego do Czechosłowacji

$5 + 29 + \frac{1}{2} . 22 + 3 + 7 + 11 + 9 + 9 + 48 = 132$ łączy,

bez uwzględnienia ewent. tranzytu do Związku Radzieckiego.

Wybór trasy linii północnej i południowej narzuca się sam przez się, jeśli zważyć, że system koncentryczny na odcinku Gdańsk—Katowice, który jest już uzasadniony ze względu na ruch krajowy, może dostarczyć automatycznie takiej liczby łączy, która z nadmiarem pokryje zapotrzebowanie ruchu międzynarodowego. Tak więc zachodzi potrzeba zbudowania linii Bornholm—Gdańsk (około 320 km) oraz Katowice — granica czeska. Linia Bornholm—Gdańsk będzie zawierała odcinek morski o długości około 100 km, gdyż taka jest w przybliżeniu odległość od wyspy do najbliższego punktu wybrzeża polskiego pod Kołobrzegiem. Odcinek morski powinien być wykonany jako kabel koncentryczny bez wzmacniaków zatapianych w morzu, jednakże przy użyciu przewodów o odpowiednio dużych średnicach (średnica wewnętrzna rury przeszło 4 cm). Z rys. 7 widać, że obie linie powinny być wykonane systemem koncentrycznym, do czego skłania również fakt, że będą one, właściwie mówiąc, przedłużeniem krajowych linii o tym samym systemie oraz że w ten sposób uzyskamy znaczną rezerwę łączy na dalszą przyszłość.

12. Zakończenie.

Realizacja powyżej przedstawionego programu będzie wymagała niezwykle dużego wysiłku rządu i społeczeństwa. Konieczne będą olbrzymie sumy na inwestycje sięgające dziesiątków miliardów złotych. Konieczna będzie usilna, wytężona praca, tak wciąż jeszcze, niestety, szczupłego zespołu naszych fachowców, konieczne będzie wyszkolenie licznych kadr do produkcji i eksploatacji urządzeń. Trzeba będzie podtrzymywać i rozwijać nasze ośrodki badawczo-naukowe i doświadczalne, trzeba będzie postawić na odpowiednim poziomie zakłady produkcyjne. Wydaje się, że wobec ogromnego opóźnienia w dziedzinie telekomunikacji pokonanie w „rozsądnym czasie" różnych trudności, a przede wszystkim trudności produkcyjnych będzie możliwe jedynie przy pomocy zagranicznej. Nie dlatego, żebyśmy nie potrafili w ogóle sobie sami dać rady, lecz dlatego, abyśmy mogli jak najprędzej nadrobić opóźnienie i możliwie szybko osiągnąć samodzielność w naszych pracach badawczych, w naszej produkcji i w naszej eksploatacji.

Korzyści, które można będzie osiągnąć z dokonanego wysiłku, na pewno nie dadzą na siebie długo czekać. Wyrażą się one nie tylko w postaci dochodów skarbu państwa, ale — i to jest właśnie najważniejsze — w postaci pośrednich zysków, polegających na spotęgowaniu tempa rozwoju wszelkich dziedzin naszego życia kulturalnego i gospodarczego.

INŻ. PAWEŁ KONOPKA
Państw. Inst. Telekom.

Radiokomunikacja morska

Radiokomunikacja morska jest specjalnym typem telekomunikacji obejmującej wymianę wiadomości między stacjami stałymi i ruchomymi lub tylko między ruchomymi. Radiostacje lądowe przeznaczone do morskiej służby ruchomej noszą nazwę *radiostacji nadbrzeżnych*, natomiast radiostacje ruchome przeznaczone do morskiej służby ruchomej i instalowane na pokładach statków mają nazwę *radiostacji okrętowych*.

Radiostacje nadbrzeżne podlegają administracji poczt i telegrafów i do obowiązków tej administracji należy rozbudowa stacji nadbrzeżnych i utrzymywanie ich w ruchu. Ze względu na swój szczególny charakter radiostacje nadbrzeżne są wydzielone z całokształtu urządzeń radiokomunikacyjnych stałych.

Odrębność urządzeń radiostacji nadbrzeżnych wynika z różnokierunkowości i zmienności zasięgów oraz różnorodności radiostacji okrętowych. Radiostacje okrętowe współpracujące ze stacjami nadbrzeżnymi różnią się bardzo między sobą mocami, zakresami fal, systemami modulacji i manipulacji oraz fachowością obsługi. W radiokomunikacji morskiej ma się do czynienia z radiostacjami od bardzo rozbudowanych (okrętowych) na dużych statkach transoceanicznych, dysponujących osobnymi pomieszczeniami, wyposażonych w liczne nadajniki, urządzenia odbiorcze i specjalne obsługiwane przez bardzo wykwalifikowany personel, aż do małych radiostacji na kutrach rybackich lub statkach obsługi portowej, dysponujących odbiornikiem, niewielkim nadajnikiem o mocy kilkunastu watów, a obsługiwanych przez niefachowców.

Przy projektowaniu stacji nadbrzeżnych muszą być uwzględniane wszystkie wymienione cechy charakterystyczne radiokomunikacji morskiej.

Urządzenia nadbrzeżnej centrali radiokomunikacyjnej powinny zapewniać łączność przy różnych typach transmisji, a więc — telegraficzną nietonowaną A1, telegraficzną tonowaną A2, telefoniczną A3, jak również zalecaną przez przepisy międzynarodowe telefoniczną z jedną wstęgą boczną ze zredukowaną falą nośną A3a, oraz faksymil A4, na odległościach: bardzo dużych rzędu tysięcy mil, średnich rzędu tysiąca mil i przybrzeżnych rzędu kilkuset mil morskich.

Postanowienia Konferencji Radiokomunikacyjnej w Atlantic City dla umożliwienia dobrej pracy wyżej wymienionych rodzajów służby radiokomunikacyjnej przewidują następujące zakresy fal.

110—285 kc/s (2727—1052 m), fale długie. Zakres ten przeznaczony jest dla radiokomunikacji morskiej telegraficznej na dalekie odległości rzędu paru tysięcy mil. W zakresie tym fala 2100 m jest falą nasłuchową i falą nawiązywania łączności.

415—525 kc/s (723—571 m), fale średnie. Zakres ten przeznaczony jest do radiotelegrafii na średnie i małe odległości rzędu tysiąca mil. W zakresie tym fala 600 m jest falą nasłuchową, nawiązania łączności i falą wezwań w niebezpieczeństwie.

1605—3800 kc/s (187—79 m), fale pośrednie. Zakres ten przeznaczony jest do radiotelefonii przybrzeżnej, zwłaszcza z kutrami rybackimi na odległość do kilkuset mil. W zakresie tym fala 181,8 m jest falą nasłuchową, nawiązania łączności i falą radiotelefonicznych wezwań w niebezpieczeństwie. W służbie radiokomunikacyjnej pełnionej w tym zakresie fal należy się liczyć z licznymi stacjami okrętowymi pozbawionymi fachowej obsługi i nie prowadzącymi nasłuchu. Stąd wynika konieczność stosowania specjalnych urządzeń radiotelefonicznych i sygnalizacyjnych.

4000—23000 kc/s (75—13 m), fale krótkie. Zakres ten jest szczególnie dobry do najdalszej komunikacji. Jest on wykorzystywany zarówno do radiotelegrafii jak i radiotelefonii dalekosiężnej. Ostatnia Konferencja Radiokomunikacyjna w Atlantic City wprowadziła podział tego zakresu dla stacji okrętowych i nadbrzeżnych osobno dla radiotelegrafii i radiotelefonu. Urządzenia radiokomunikacyjne pracujące w tym zakresie fal są bardzo zbliżone do analogicznych urządzeń radiokomunikcyjnych stałych. Stosowane tu są najnowsze sposoby automatycznych nadawań i odbiorów, a w radiotelefonii modulacja jednowstęgowa z utajnianiem.

Mając na względzie wymienione potrzeby radiokomunikacji morskiej Ministerstwo Poczt i Telegrafów jest w trakcie organizacji i rozbudowy dwóch głównych nadbrzeżnych central radiokomunikacyjnych — w Gdyni i Szczecinie. Centrale te składają się z Ośrodków Nadawczych i Biur Operacyjnych połączonych z Ośrodkami Odbiorczymi.

Ośrodek Nadawczy Gdynia—Oksywie będzie wyposażony w 13 różnych nadajników z następującym przeznaczeniem:

1. do radiokomunikacji morskiej na falach krótkich na najdalsze odległości: 1 nadajnik 20/7 kW, 3 nadajniki 10 kW (produkcji PZT), 3 nadajniki 0,5 kW;

2. do radiokomunikacji morskiej na falach półśrednich na najbliższe odległości: 1 nadajnik 2 kW, 2 nadajniki 0,5 kW;

3. do radiokomunikacji na falach średnich na średnie odległości: 1 nadajnik 3 kW, 1 nadajnik 2 kW (produkcji PZT);

4. do radiokomunikacji na falach długich na dalekie odległości: 1 nadajnik 5 kW.

Odpowiednio do tak wyposażonego ośrodka nadawczego rozbudowuje się ośrodek odbiorczy i biuro operacyjne Gdynia—Witomino. Ośrodek odbiorczy uzyska 11 odbiorników szerokozakresowych oraz 2 układy systemu zbiorczego odbioru (diversity).

Biuro operacyjne i Ośrodek Odbiorczy posiadają pomieszczenia dla służby morskiej radiotelefonicznej, radiotelegraficznej ręcznej i radiotelegraficznej automatycznej. Część radiotelefoniczna biura operacyjnego będzie wyposażona w dwa rozwidlenia radiotelefoniczne systemu opracowanego w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym, umożliwiające włączenie dowolnego abonenta krajowej sieci telefonicznej na obwód radiowy służby radiotelefonicznej morskiej bez odczuwania przez abonenta połączenia bezdrutowego. Ponadto rozwidlenia będą umożliwiały „wydzwanianie" dowolnego statku żeglugi przybrzeżnej nie prowadzącego zazwyczaj nasłuchu. Część radiotelegraficzna wyposażona będzie w urządzenia do szybkiej telegrafii automatycznej, a więc aparaty nadawcze typu Wheatstona i ondulatory typu „siphon-recorder".

Urządzenia dodatkowe biura, jak zmiennik liniowy i sygnalizacja optyczno-akustyczna między biurem operacyjnym i ośrodkiem nadawczym, zapewnią sprawne dysponowanie wyposażeniem centrali nadbrzeżnej, szybkie nawiązywanie łączności i sprawną wymianę korespondencji w opisanym typie służby.

Centrala nadbrzeżna w Szczecinie rozbudowuje się podobnie, chociaż w nieco skromniejszych rozmiarach.

W dalszym etapie rozbudowy morskich urządzeń radiotechnicznych przewidziana jest instalacja stacji radionamiarowych, dla radionawigacji morskiej. Odpowiednie urządzenia będą wykonane w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym.

INŻ. STEFAN CYNKE
Państw. Inst. Telekom.

Radiotelefon Polska — U. S. A.

Dokonując przeglądu istniejących dziś dostępnych środków telekomunikacji między lądem europejskim i Ameryką, stwierdzamy, iż sprowadzają się one do szeregu kabli telegraficznych transoceanicznych oraz do połączeń radiowych zarówno telegraficznych, jak i telefonicznych.

Komunikacja kablowa telefoniczna przez ocean atlantycki nie została dotąd zrealizowana tak ze względu na trudności konstrukcyjne (niezbędne stosowanie zatapianych wzmacniaków zasilanych z lądu), jak i ze względów natury ekonomicznej.

Rzeczą powszechnie znaną jest, że dalekodystansowa komunikacja przewodowa (zwłaszcza kablowa) góruje nad komunikacją radiową pewnością pracy, ale wymaga niewspółmiernie większych nakładów inwestycyjnych w stosunku do komunikacji radiowej.

Powyższe względy decydują więc, że poszczególne państwa europejskie, pragnąc rozwiązać racjonalnie problem komunikacji dalekodystansowej w ogóle a transatlantyckiej w szczególności, budują urządzenia radiowe, które w miarę postępu techniki są ciągle udoskonalane, dając co raz to większą pewność i oszczędność pracy.

Jeśli chodzi o sprawy telekomunikacji polskiej, to dysponujemy już własną uruchomioną relacją radiotelegraficzną z U. S. A., natomiast połączenia radiotelefoniczne z U. S. A. uzyskujemy korzystając z usług urządzeń radiotelefonicznych szwajcarskich, dostępnych nam za pośrednictwem kontynentalnych połączeń międzypaństwowych sieci publicznych.

Celem uniezależnienia się od pośrednictwa i usprawnienia relacji radiotelefonicznej z U. S. A. Ministerstwo Poczt i Telegrafów w ramach planu 3-letniego w roku bieżącym buduje urządzenia do komunikacji radiotelefonicznej między Polską i U. S. A., które ogólnie biorąc, umożliwią każdemu abonentowi krajowej publicznej sieci telefonicznej połączenie się z dowolnym abonentem takiej sieci U. S. A. bez pośrednictwa urządzeń obcych oraz pozwoli na pewne pokrycie rozmów tranzytowych z państw ościennych.

Ogólny układ komunikacji radiotelefonicznej przedstawiać się będzie jak następuje. Abonent (Ab) uzyskuje w zwykły sposób połączenie przez centralę miejską (CM) i międzymiastową (CMM) w mieście X z centralą międzymiastową w Warszawie, skąd zostaje włączony do Centralnego Biura Operacyjnego (C. B. O.) w Warszawie. Z C. B. O. przy pomocy specjalnego urządzenia rozmowa przechodzi na drogę radiową, by w postaci fal elektromagnetycznych dotrzeć do analogicznego ośrodka radiokomunikacyjnego w U. S. A., po czym drogą przewodową — do abonenta pożądanego.

Całość urządzenia radiowego do współpracy z siecią telefoniczną przewodową, które instaluje się w Polsce, składa się z trzech części zasadniczych:

1. urządzenia zakończenia radiotelefonicznego instalowanego w C. B. O. w Warszawie;

2. urządzenia radionadawczego instalowanego w budującym się ośrodku nadawczym w Wiązownej koło Warszawy;

3. urządzenia radioodbiorczego instalowanego w Grodzisku.

W skład urządzenia zakończenia radiotelefonicznego wchodzą: układ rozwidlający, wzmacniacze regulujące poziom mocy prądów rozmównych, tłumiki gwizdów, urządzenia utajniające rozmowę, urządzenia kontrolne oraz ewentualnie tzw. przesuwacze częstotliwości.

Urządzenie nadawcze budowane w ośrodku nadawczym w Wiązownej wyposażone będzie w antenę nadawczą, nadajnik wraz z urządzeniem zasilającym i modulatorem, wzmacniacze liniowe, równoważniki linii, urządzenia kontrolne oraz urządzenia pomocnicze.

Urządzenia odbiorcze radiotelefoniczne w Grodzisku stanowić będą anteny odbiorcze, specjalnego typu odbiornik (do odbioru zbiornego) i wzmacniacze o regulowanym automatycznie poziomie wzmocnienia — dla kompensacji wpływu zaników.

Zarówno urządzenia nadawcze w Wiązownej, jak i odbiorcze w Grodzisku połączone będą kablami telefonicznymi z C. B. O. w Warszawie. W budujących się urządzeniach zastosowany będzie system dwukanałowy, jednowstęgowy ze zredukowaną falą nośną. Nadajnik i odbiornik tego systemu pozwolą na nadawanie i odbiór dwóch rozmów jednocześnie przy użyciu jednej częstotliwości podstawowej.

W ten sposób system ten zastąpi dwa systemy o zwykłej modulacji (dwuwstęgowej). Dzięki zredukowanej fali nośnej wydajność i sprawność urządzenia utrzymana będzie na wysokim poziomie, przy lepszym stosunku poziomu sygnału odbieranego do poziomu szumów niż w systemie zwykłym. Efekty zaników wybiorczych w systemie tym są mniej odczuwane niż w systemie zwykłym.

Nadajnik i odbiornik będą mogły pracować na jednej z 6-ciu ustalonych częstotliwości, wybieranych przez połączenie i leżących w zakresie 4,5—22 Mc/s. Moc szczytowa nadajnika wyniesie około 2 kW. Częstotliwość stabilizowana kwarcem o niskim spółczynniku temperatury.

Całość aparatury dostarcza firma Western-Electric, reszta zaś urządzeń jak anteny, budynki, linie kablowe oraz instalacje wykonana będzie środkami krajowymi.

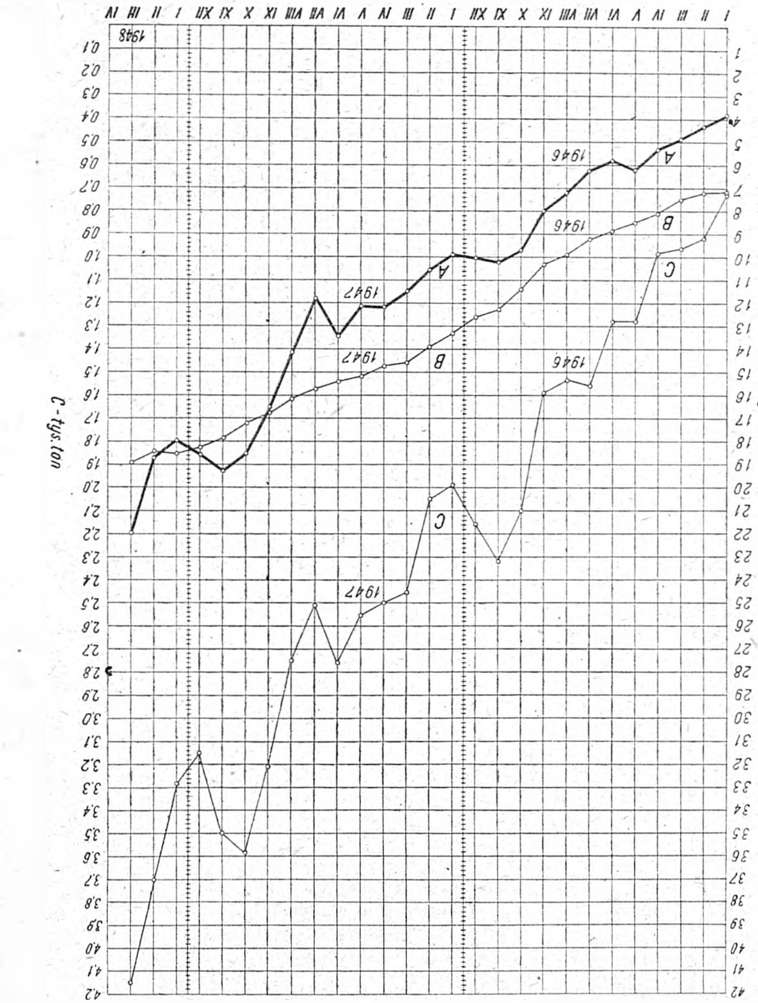
Ponieważ urządzenie tego typu budowane jest w Polsce po raz pierwszy, byłoby rzeczą bardzo pożądaną szersze omówienie tego urządzenia, co jednak na tym miejscu nie może być dokonane ze względu na rozległość tematu i szczupłość ram niniejszego komunikatu.

CENTRALNY ZARZĄD PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO

STATYSTYKA PRZEMYSŁU ELEKTROTECHNICZNEGO

Styczeń-marzec 1948 r.

Zjednoczenie Przemysłu	Liczba zakładów prod.	Liczba zatrudnionych: przy produkcji: fizyczn.	umysł.	razem	przy odbud., inwest. i inn. nieprodukc.	uczniów	ogółem	Produkcja: waga w t	wartość produkcji w tys. zł wg cen 1937 r.	1948 r.
Styczeń										
Maszyn Elektrycznych	16	3 26[illegible]	893	4 162	746	771	5 679	418,1	2 861,1	178 970,9
Aparatów Elektrycznych	15	3 986	1 190	5 176	484	387	6 047	292,1	2 675,0	150 665,1
Kabli i Przewodów	6	3 397	675	4 072	391	133	4 596	1 900,1	6 394,2	316 734,0
Ogniw i Akumulatorów	9	1 238	283	1 521	122	30	1 673	577,8	1 894,7	86 885,3
Lamp Elektrycznych	3	932	202	1 134	84	—	1 218	40,9	2 542,5	73 976,2
Teletechnicznego	6	799	313	1 112	97	85	1 294	2,7	318,5	12 010,9
Radiotechnicznego	6	992	394	1 386	140	23	1 549	51,9	1 289,3	89 240,0
Razem	61	14 613	3 950	18 563	2 064	1 429	22 056	3 283,6	17 975,3	908 482,4
Luty										
Maszyn Elektrycznych	16	3 261	752	4 013	893	759	5 665	418,8	3 053	191 511
Aparatów Elektrycznych	15	4 061	1 152	5 213	600	385	6 198	329,4	2 807	169 390
Kabli i Przewodów	6	3 453	699	4 152	358	134	4 644	2 045,2	6 710	344 947
Ogniw i Akumulatorów	9	1 240	239	1 479	114	30	1 623	813,4	2 173	94 542
Lamp Elektrycznych	3	963	173	1 136	131	—	1 267	35,8	2 296	65 636
Teletechnicznego	6	845	278	1 123	113	89	1 325	6,1	428	20 276
Radiotechnicznego	6	988	329	1 317	214	22	1 553	49,5	1 252	86 590
Razem	61	14 811	3 622	18 433	2 423	1 419	22 275	3 698,2	18 719	972 892
Marzec										
Maszyn Elektrycznych	14	3 462	780	4 242	1 285	749	6 276	447,0	3 229	202 413
Aparatów Elektrycznych	15	4 141	1 189	5 330	634	388	6 352	364,4	3 274	206 241
Kabli i Przewodów	6	3 574	657	4 231	411	135	4 777	2 275,5	7 890	392 274
Ogniw i Akumulatorów	9	1 224	241	1 465	157	30	1 652	951,1	2 391	105 724
Lamp Elektrycznych	3	957	188	1 145	133	—	1 278	40,7	2 462	72 378
Teletechnicznego	6	861	284	1 145	110	95	1 350	25,0	1 353	65 273
Radiotechnicznego	6	970	339	1 309	222	22	1 553	48,6	1 329	90 838
Razem	59	15 189	3 678	18 867	2 952	1 419	23 238	4 152,3	21 928	1 135 161

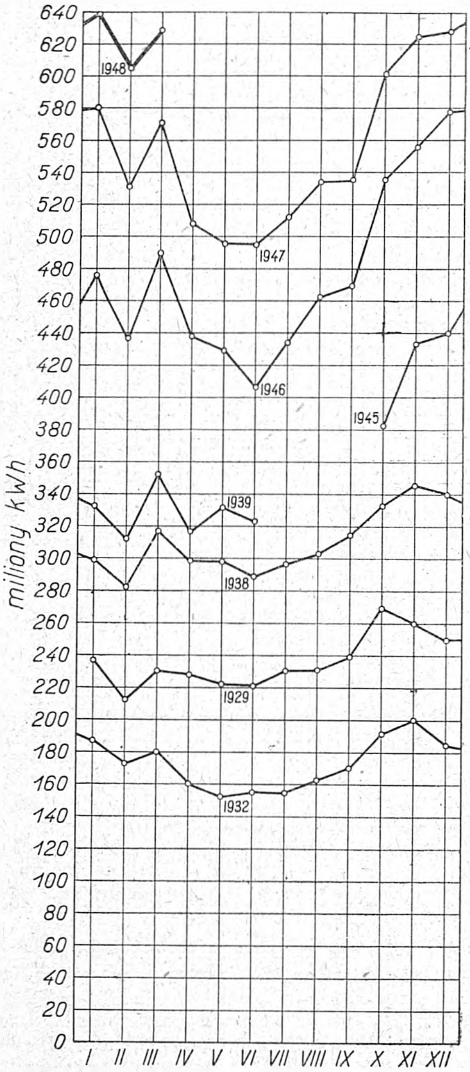


Uwaga 1. Wykresy powyższe oznaczają łącznie dla wszystkich przemysłów: A — wartość produkcji w mln. zł według cen z 1937 r.; B — liczbę zatrudnionych tylko przy produkcji; C wagę produkcji w tys. ton. — Uwaga 2. Podane w tablicy wagi żarówek obejmują następujące ilości: styczeń 1348, luty 1144, marzec 1310 tys. sztuk. — Uwaga 3. Spadek w lutym liczby umysłowych zatrudnionych przy produkcji tłumaczy się przeniesieniem pracowników biur zjednoczeń do grupy nieprodukcyjnej.

CENTRALNY ZARZĄD ENERGETYKI

STATYSTYKA ELEKTRYCZNA

obejmująca elektrownie o mocy zainstalowanej ponad 1 MW (ok. 97% całkowitej wytwórczości w państwie)



Rok 1948

Miesiące	Marzec	Styczeń-marzec
Razem I + II		
Liczba zakładów	235	
Moc zainstalowana (MW)	2 293	
Wytwórczość (MWh)	629 007	1 873 411 (100%)
Wzrost wytwórczości w stosunku do tego samego okresu w 1947 r. (%)	+ 9,9	+ 10,9
I. Elektrownie zawodowe		
Liczba zakładów	96	
Moc zainstalowana (MW)	1 191	
Wytwórczość (MWh)	374 774	1 146 162 (61,2%)
Wzrost wytwórczości w stosunku do tego samego okresu w 1947 r. (%)	+ 3,4	+ 7,6
II. Elektrownie niezawodowe		
Liczba zakładów	139	
Moc zainstalowana (MW)	1 102	
Wytwórczość (MWh)	254 233	727 249 (38,8%)
Wzrost wytwórczości w stosunku do tego samego okresu w 1947 r. (%)	+ 21,1	+ 16,6
Podział wytwórczości:		
Kopalnie węgla (MWh)	136 940	385 481 (20,6%)
Huty „	23 249	66 756 (3,6%)
Fabryki chemiczne „	45 019	133 607 (7,1%)
Fabryki włókiennicze „	15 656	43 400 (2,3%)
Cukrownie „	1 107	4 546 (0,3%)
Papiernie „	15 358	47 699 (2,5%)
Cementownie „	12 056	30 345 (1,6%)
Pozostałe zakł. niezawod. „	4 848	15 415 (0,8%)

Liczba pracowników w marcu 1948 r. w zakładach objętych statystyką

Miejsce zatrudnienia	Razem I i II			I. Elektrownie zawod.			II. Elektrownie niezaw.		
	Wytw.	Admin.	Razem	Wytw.	Admin.	Razem	Wytw.	Admin.	Razem
W elektrowni	16 783	6 180	22 963	11 096	5 829	16 925	5 687	351	6 038
Na sieci	4 833	1 952	6 785	3 591	1 870	5 461	1 242	82	1 324
Razem	21 616	8 132	29 748	14 687	7 699	22 386	6 929	433	7 362

INŻ. EDWARD DOMAŃSKI

Uwagi o normalizacji linii elektrycznych najwyższych napięć

Artykuł dyskusyjny*)

Rozpoczęta u nas przed wojną budowa linii przesyłowych najwyższych napięć, kontynuowana obecnie w zwiększającym się tempie, wymaga ujęcia elementów konstrukcyjnych tych linii w ramy normalizacji dla ujednostajnienia poszczególnych typów, a przez to ich potanienia przy możności masowej produkcji czy masowego stosowania do budowy. Opierając się na doświadczeniu nabytym przy opracowywaniu projektów linii już istniejących w Polsce oraz obserwując najnowsze tendencji w dziedzinie budowy takich linii za granicą, możemy ustalić typ linii najracjonalniejszy zarówno ze względów gospodarczych, jak i możliwości uzyskania w dostatecznej ilości materiałów konstrukcyjnych oraz najbardziej celowy z punktu widzenia elektrotechniki.

Znormalizowane w ten sposób linie nie powinny jednak wykluczać możliwości projektowania i budowy linii o charakterze specjalnym, wychodzących ze względów lokalnych poza ramy normalizacji, jak również linii doświadczalnych do wypróbowania najnowszych zdobyczy wiedzy elektrotechnicznej.

1. Napięcie liniowe. Napięcia linii istniejących w Polsce wynoszą 60, 110, 150 i 220 kV. Spośród nich znormalizowane są napięcia 110 i 220 kV. Linie na 150 kV mają ulec przebudowie na napięcie znormalizowane. Co się tyczy napięcia 60 kV, to ze względu na stosunkowo dużą ilość linii o tym napięciu należałoby pozostawić je do czasu przebudowania w miarę potrzeby na 110 kV, względnie zachować na odcinkach mniejszego znaczenia. W odniesieniu do nowych inwestycji racjonalne byłoby prowadzenie takich linii tylko w przypadkach, gdy zachodzi konieczność powiązania z sobą bliskich ośrodków wytwarzania lub spożycia (np. połączenie dwu pobliskich siłowni, linie zasilające pobliskie wielkie zakłady przemysłowe itp.) wówczas, gdy napięcie 110 kV byłoby nierentowne, a średnie napięcie nie odpowiadałoby wymaganiom gospodarności ze względu na duże straty. Linie 60-kilowoltowe miałyby przy tym założeniu charakter lokalnej sieci rozdzielczej względnie szyny zbiorczej.

*) Celem artykułu jest nie informacja o najnowszych zdobyczach w dziedzinie budowy linii najwyższych napięć, ani wyjaśnianie zasad, na których opiera się techniczne rozwiązanie podstawowych elementów sieciowych, lecz tylko usystematyzowanie tych elementów i wybranie spośród nich do znormalizowania najbardziej, zdaniem autora, racjonalnych. Autor uprasza o kierowanie wszelkich uwag i materiałów za pośrednictwem Sekretariatu Generalnego SEP do Podkomisji normalizacyjnej przy XI Komisji Linii Napowietrznych (ob. PE, 1947, z 3/4, str. 121).

2. Przewody. Napięcia 110 i 220 kV wymagają stosowania przewodów o znacznej średnicy ze względu na ulot. Stąd narzuca się konieczność używania przewodów lekkich — aluminiowych względnie miedzianych drążonych (rurowych). Wobec wysokiej ceny miedzi importowanej oraz dużych kosztów produkcji przewodów drążonych praktycznie pozostaje tylko aluminium w postaci linek z rdzeniem stalowym. Pełny przekrój aluminiowy byłby nieekonomiczny, gdyż pociągnąłby za sobą zwiększenie wysokości słupów (duże zwisy), a przewód aldrejowy jest w produkcji kosztowniejszy od stalo-aluminiowego. Znormalizowaniu winny ulec minimalne przekroje przewodów w oparciu o przewidywane zapotrzebowanie energii dla całego państwa, przy czym w przypadkach potrzeby przesyłania większych mocy przewidziany byłby przekrój odpowiednio zwiększony.

Dla linii 60-kilowoltowych, jako mających charakter lokalny, należałoby pozostawić swobodę w doborze zarówno materiału jak i przekroju przewodu (oczywiście w ramach norm ogólnych PNE) zależnie od potrzeb miejscowych.

3. Konstrukcje wsporcze. Do wyboru mamy trzy rodzaje podstawowych tworzyw: żelbet, stal i drzewo. Najbardziej celowe ze względów oszczędnościowych w gospodarce materiałowej (zaoszczędzenie lasów oraz odciążenie hut) byłoby stosowanie żelbetu. Cena takich konstrukcyj wobec pośrednich wzrostów kosztów budowy (linka ochronna, uziemianie słupów, trudności transportowe), byłaby jednak niewspółmiernie wysoka w stosunku do słupów z pozostałych materiałów. Żelbet należałoby wprowadzić jako tworzywo do linii typu lekkiego: dla niskich i średnich napięć, w liniach zaś najwyższych napięć stosować go jedynie do ustrojów.

Co się tyczy dwóch pozostałych materiałów — stali względnie drzewa, to za stalą przemawiałaby pozorna oszczędność w kosztach eksploatacji. Wobec jednak konieczności stałej konserwacji stali (okresowe malowanie konstrukcji) oszczędność ta w stosunku do drzewa jest problematyczna nawet przy uwzględnieniu potrzeby wymiany drągów, które z czasem ulegną zmurszeniu.

Słupy stalowe obok wykonywania (z reguły) uziemień — wymagają użycia armatury ochronnej izolatorowej oraz linek uziemionych, co nie jest konieczne dla linii na słupach drewnianych, a szczególniej dla napięcia 110 lub 60 kV. Natomiast przy stosowaniu stali uzyskuje się możność rozstawiania słupów w większych odstępach, gdy linie na słupach drewnianych muszą mieć rozpiętości ograniczone wymiarami drągów. Jednak ze wzrostem rozpiętości wzrasta i waga słupów, niwecząc skutkiem tego oszczędność poczynioną na izolatorach. Należy przy okazji zaznaczyć, że w obecnym stanie techniki w wyrobie porcelany izolatorowej kwestia traktowania zawieszeń jako „słabych punktów" sieci jest sprawą małego znaczenia i nie powinna być stawiana jako argument przemawiający za zwiększaniem rozpiętości jedynie z tego powodu.

Drzewo ma ogromną przewagę nad stalą jako materiał o dużych właściwościach izolacyjnych. Linie na takich wspornikach nie wymagają linki ochronnej, szczególnie dla napięć do 110 kV, a wobec tego odpada konieczność wykonywania kosztownych nieraz uziemień. Mała odporność drzewa na wilgoć w przekrojach przyziemnych przemawia za stosowaniem słupów na szczudłach żelbetowych. Szczudła takie o konstrukcji łatwej do montażu w terenie, produkowane masowo w kilku zasadniczych typach, są bardzo pożądane również dla zmniejszenia drągów do długości możliwych praktycznie do uzyskania. Przy porównaniu kosztów linii na słupach stalowych i drewnianych okazuje się, że cena 1 km linii 110-kilowoltowej w pierwszym przypadku wynosi około 3,6 mln. złotych, w drugim tylko niecałe 2 mln. zł.

Założono tutaj w obu przypadkach jednakowy przekrój przewodów, natomiast dla linii na słupach stalowych założono rozpiętości 300 m oraz przewidziano użycie linki uziemionej i rożków względnie pierścieni ochronnych oraz wykonanie uziemień; dla wsporników drewnianych rozpiętości wyniosą tylko 210 m, natomiast zabezpieczeń ochronnych nie przewidziano.

A zatem linie na drewnianych słupach są niemal dwukrotnie tańsze od linii na wspornikach stalowych. Dla linii 220-kilowoltowej stosunek ten będzie prawdopodobnie jeszcze korzystniejszy. Powyższe argumenty przemawiają za przyjęciem drzewa do normalizacji linii najwyższych napięć. Praktyka państw Skandynawskich, Związku Radzieckiego, Stanów Zjednoczonych i inn. wskazuje, że linie typu drewnianego znalazły tam powszechne zastosowanie.

4. Poprzeczniki. O ile drzewo jest materiałem bardzo pożądanym do budowy wsporników, o tyle użycie drzewa na poprzeczniki nie zasługuje na zalecenie, gdyż nie posiadamy odpowiedniego do tego celu materiału. Drzewo iglaste posiada zbyt małą wytrzymałość, a zsychając i rozszczepiając się sprzyja przy swym poziomym ułożeniu wchłanianiu wilgoci i przyśpieszeniu procesu gnilnego. Drzewa twardego nie posiadamy w dostatecznej ilości w przeciwieństwie np. do Ameryki, gdzie powszechnie używa się poprzeczników wykonanych z grubych desek cedrowych.

Dodatkowa izolacja w postaci drzewa dla poszczególnych faz względem siebie jest kwestią drugorzędną, dlatego można zastosować poprzeczniki stalowe, które w kosztach będą niewiele droższe od drewnianych.

5. Linka ochronna (uziemiona). Zarówno publikacje naukowe, jak i doświadczenie osiągnięte w praktyce linii na słupach drewnianych zagranicą wskazują na to, że linka ochronna dla najwyższych napięć jest na tych liniach zbędna, a co najwyżej zalecana tylko dla linii na 220 kV ze względu na zwiększenie pewności ruchu w razie ewent. zniszczenia słupa przy bezpośrednim uderzeniu pioruna w słup, co zresztą zdarza się bardzo rzadko.

Dla zabezpieczenia jednak urządzeń stacyjnych od przepięć atmosferycznych stosuje się na krótkich (2—3-kilometrowych) odcinkach linii przed jej wejściem na stację uziemioną linkę ochronną, względnie zakłada się ostatnich parę przęseł linii na słupach kratowych stalowych.

Przy normalizacji linii należałoby zatem przy napięciach 60 i 110 kV pozostawić linie bez linek ochronnych, a stosować je jedynie do napięcia 220 kV na poziomie niewiele wyższym od poziomu zawieszenia przewodów (na wierzchołku słupów o normalnie liczonej wysokości). Natomiast przed wejściem na stacje linie o napięciu 60 i 110 kV winny być zabezpieczane bądź przez stworzenie „słabych punktów" (uziemienie poprzeczników i zmniejszenie liczby ogniw wzgl. słupy kratowe), bądź przez krótkie odcinki linek ochronnych.

Linie na 220 kV należałoby zabezpieczać przez wyższe niż na całej długości linii umieszczenie linki (2—3 m ponad poprzecznik).

6. Izolatory. Sprawa izolatorów, jeśli chodzi o ich wybór do linii, została właściwie rozstrzygnięta z dobrym wynikiem przez praktykę lat ostatnich. Powszechnie stosuje się obecnie izolatory kołpakowe ze względu na ich łatwość w doborze do różnych rzędów napięć, łatwość i taniość wymiany w razie uszkodzenia itp. zalety. Dla linii wszystkich napięć można będzie stosować w tym przypadku jeden typ izolatora kołpakowego.

7. Armatura zawieszeniowa przewodów. Przy przyjęciu jednego typu izolatora w normalizowanych liniach sprawa armatury zawieszeniowej jest bardzo prosta, jeśli chodzi o typ uszka wieszakowego i łącznika szczękowego, orczyki itp. Jedynie wybór zacisku wieszakowego i odciągowego może nasuwać pewne wątpliwości.

Z zacisków wieszakowych jako najlepszy w praktyce okazał się typ zacisku łódkowego śrubowego, wahliwego, dostosowującego się swym położeniem do kierunku przewodu, a więc nie powodujący jego pękania przy odchylaniu się łańcucha izolatorów wzdłuż linii.

Spośród zacisków odciągowych najtańszym i dobrze spełniającym swą rolę jest typ zacisku rolkowego o średnicy rolki odpowiednio dobranej do przekroju przewodu. Typ ten stosowany jest zagranicą z powodzeniem. Do zamocowania przewodu użyte byłyby w w tym przypadku złączki rurkowe lub zaciski śrubowe.

Cała armatura łańcucha izolatorów (uszka, łączniki, orczyki itp.) przy tym założeniu byłaby jednego typu dla różnych przekrojów przewodów i różnych napięć, natomiast zaciski musiałyby ulec zróżniczkowaniu zależnie od przekroju przewodu. Ponadto zaciski te montowane byłyby po uprzednim owinięciu przewodu taśmą aluminiową. Ucho wieszakowe górne oraz zaciski w ich odmianie należałoby przewidzieć z możliwością przykręcenia

armatury ochronnej (różków wzgl. pierścieni) dla tych łańcuchów izolatorowych, które byłyby umieszczane w „słabych punktach" linii.

8. Dalsze sprawy. Oprócz wyżej wspomnianych podstawowych elementów normalizacyjnych linii przy opracowaniu poszczególnych zagadnień wyłoni się szereg spraw ubocznych, np. kwestja ewent. zabezpieczeń przeciwdrganiowych, sprawa „opancerzenia" przewodu przez danie zewnętrznej warstwy oplotu aluminiowego z drutów aldrejowych, rozwiązanie sposobu zakładania uziemień, zastosowanie poprzeczników drewnianych na słupach stalowych, jeżeli takie słupy musiałyby być użyte w pewnych przypadkach (np. na skrzyżowaniach z wysokimi objektami lub przy wielkich przęsłach itp.). Wszystkie te sprawy wychodzą poza ramy niniejszego artykułu, powinny być jednak omówione i opracowane przez Komisję normalizacyjną, aby w swym ostatecznym ujęciu całość prac normalizacyjnych linii najwyższych napięć rozstrzygała możliwie wszystkie mogące się nasuwać wątpliwości powstające przy projektowaniu i budowie linii.

Sprawozdanie z XIII Walnego Zgromadzenia SEP

we Wrocławiu 6—8 czerwca 1947 r.

Część I. PRZEBIEG OBRAD

1. Zagajenie i uczczenie pamięci Zmarłych Kolegów.

Prezes Stowarzyszenia inż. Straszewski otwierając XIII Walne Zgromadzenie SEP wezwał obecnych do uczczenia pamięci Zmarłych Kolegów przez powstanie i minutę ciszy.

2. Powołanie asesorów.

Prezes powołał na asesorów inż. Czerwińskiego, inż. Witwińskiego i inż. Żarneckiego, którzy zajęli miejsca przy stole prezydialnym, a prócz nich również inż. Kahl w zastępstwie nieobecnego sekretarza Zarządu Głównego oraz sekretarz generalny Stowarzyszenia inż. Pląskowski.

3. Powitanie władz i gości.

Prezes powitał przedstawicieli władz w osobach wiceministra inż. Rumińskiego, prezesa NOT, wiceministra inż. Salcewicza, przedstawiciela CUP inż. Nowickiego, przedstawiciela Min. Poczt i Telegrafów inż. Malickiego, dyrektora Okręgowej Dyrekcji Poczt i Telegrafów inż. Kozubka, przedstawiciela Min. Komunikacji inż. Żemajtisa i innych. Powitał również serdecznie przedstawicieli bratnich zaprzyjaźnionych narodów: inż. inż. Čenka, Iblera, Smola, Zvěřina, Vančata, Hańka, Kveta, Kohouta, Elicera, Pařeza (Czechosłowacja), inż. Salesse (Francja), prof. dr Herlitza i inż. Normana (Szwecja), prof. Valauri (Włochy). Wreszcie powitał zebranych kolegów, którzy swoją liczną obecnością dają dowód przywiązania do SEP.

Dalej prezes zakomunikował zebranym, iż minister Minc z powodu nawału pracy nie mógł przybyć, przekazując jedynie życzenia owocnych obrad. Również wiceminister inż. Golański zawiadomił o niemożności przybycia. Życzenia dla Zjazdu nadesłali ponadto: wiceprezes SEP kol. Szumilin, członek Zarządu Głównego kol. Czarnowski, prof. Staniewicz, prof. Obrąpalski, prof. Jakubowski, inż. Michelis, inż. Lewin, inż. Serwin, Szwedzki Związek Inżynierów oraz jugosłowiański Savez Drustawa Inżynjera i Techničara.

4. Przemówienia przedstawicieli władz i gości.

Wiceminister Rumiński powitał Walne Zgromadzenie w imieniu Ministerstwa Przemysłu i Handlu, jak również w imieniu NOT. Podkreślił wielką aktualność planu remontów i odbudowy oraz szkolenia kadr. Zwrócił uwagę, że zagadnienie inwestycji w przemyśle jest zagadnieniem życia i śmierci. Życzył owocnych obrad w dziedzinie energetyki i elektrotechniki, które stanowią wąskie gardła przemysłu.

Następnie przemawiali: w imieniu Politechniki Warszawskiej i Państwowego Instytutu Elektrotechnicznego prof. Jabłoński, Ministerstwa Komunikacji — inż. Żemajtis, elektrotechniki włoskiej — prof. Valauri, elektrotechniki szwedzkiej — dr inż. Herlitz i inż. Norman, ESČ — inż. Čenek, elektrotechniki francuskiej — inż. Salesse.

5. Sprawozdanie z działalności Stowarzyszenia.

Prezes wyjaśnił różnicę między Walnym Zgromadzeniem, które ma charakter zjazdu do prac naukowo-technicznych dla potrzeb przemysłu, a Zjazdem Delegatów, który jest obecnie najwyższą władzą SEP i załatwia sprawy formalne. Po tych wyjaśnieniach Sekretarz Generalny SEP wygłosił sprawozdanie o powojennej działalności Stowarzyszenia.

6. Odczyt prezydialny.

Prezes K. Straszewski, oddawszy przewodnictwo inż. Czerwińskiemu, wygłosił odczyt na temat „Synteza odbudowy i osiągnięć w elektrotechnice polskiej w latach 1945—47".

7. Powołanie Komisji wnioskowej.

Na wniosek Prezesa powołano Komisję wnioskową do redagowania zgłaszanych wniosków w osobach kolegów Gogolewskiego, Kotelewskiego, Latoura, Szpiglera, Witwińskiego i Żarneckiego.

8. Referat generalny „Szkolnictwo Elektrotechniczne".

Przewodniczący Centralnej Komisji Szkolnictwa Elektrotechnicznego SEP inż. Kotelewski wygłosił referat generalny. W dyskusji zabierali głos koledzy: Jabłoński, Malecki, Modrak, Chmielnicki, Torbus, Kadecz, Miłkowska, Chybowski, Srebrny, Kaniewski, Kolbiński, Legat, Kotelewski.

9. Referat generalny „Remonty i odbudowa".

Inż. Gogolewski wygłosił referat generalny. W dyskusji zabierali głos koledzy: Wierzbowski, Proppe, Andrzejewski, Groza, Ciborowski, Latour, Jung, Monkiewicz, Kuropatwiński, Szpotański, Rutkowski, Szulc, Wróbel, Fryling, Łukasiak, Ostrowski, wiceminister Rumiński.

10. Referaty generalne na temat „Niektóre aktualne zagadnienia z przemysłu elektrotechnicznego i energetyki".

Wygłosili referaty: inż. Gogolewski — „Przyszłe drogi rozwojowe przemysłu maszyn elektrycznych", inż. Witwiński — „Linia Śląsk — Łódź — Warszawa na 220 kV", inż. Kurdziel — „Ochrona sieci okręgowych od przetężeń".

W dyskusji zabierali głos koledzy: Smoluchowski, Kałowski, Kaniewski, Groza, Morsztyn, Podoski, Kontkiewicz, Jabłoński, Latour, Chybowski, Teichert, Zadrzyński, Juszczakowski, Herlitz.

11. Powzięcie uchwał przez Walne Zgromadzenie.

Przewodniczący Komisji wnioskowej inż. Witwiński odczytał uzgodnioną redakcję zgłoszonych wniosków. Inż. Sypniewski zgłosił votum separatum treści następującej: „Ponieważ organizacja przemysłu telekomunikacyjnego, a w szczególności organizacyjne powiązanie Państwowych Zakładów Tele- i Radiotechnicznych, nie była objęta porządkiem dziennym obrad XIII Walnego Zgromadzenia SEP, przeto ze względów formalnych proszę w imieniu PZTiR o zdjęcie zgłoszonego wniosku z porządku dziennego. Gdyby pomimo zgłoszonego sprzeciwu wniosek był podany pod głosowanie i przyjęty, to w imieniu PZTiR zgłaszam votum separatum".

Wnioski zostały przyjęte.

12. Wysłanie telegramów.

Inż. Żarnecki w imieniu Prezydium Zjazdu zaproponował wysłanie następujących telegramów:

Ob. Minister Przemysłu i Handlu. XIII Zjazd SEP po przedyskutowaniu zagadnień remontów, odbudowy i szkolenia kadr przesyła zapewnienia o włączeniu się ogółu elektryków w dzieło realizacji i planu odbudowy gospodarczej kraju. Prezydium Zjazdu.

Ob. Minister Poczt i Telegrafów. XIII Zjazd SEP zapewnia Ob. Ministra o szczerej woli współpracy

ogółu elektryków polskich w pracy nad odbudową i doskonaleniem sieci łączności. Prezydium Zjazdu.

Ob. Minister Komunikacji. Elektrycy zebrani na XIII Zjeździe SEP zapewniają Ob. Ministra, że pracą swą wspomagać będą kolegów-elektryków pracujących w komunikacji i ze wszystkich sił przyczynią się do dalszej odbudowy transportu. Prezydium Zjazdu.

Ob. Minister Ziem Odzyskanych. Zebrani na XIII Walnym Zjeździe SEP we Wrocławiu elektrycy polscy zawiadamiają Ob. Ministra, że pracą swoją przyczynią się do podniesienia gospodarczego Ziem Odzyskanych i do utrwalenia granic na Odrze i Nisie. Prezydium Zjazdu.

Prof. Vladimir List — Brno — Politechnika. Zebrani na XIII Walnym Zgromadzeniu członkowie Stowarzyszenia Elektryków Polskich przesyłają swojemu Członkowi Honorowemu w Jego 70-tą rocznicę urodzin życzenia licznych jeszcze lat tak owocnej pracy na polu wiedzy elektrotechnicznej.

Teksty telegramów przyjęto przez aklamację.

13. Wybór miejsca następnego Walnego Zgromadzenia.

Prezes odczytał wniosek Zarządów Oddziałów SEP Szczecińskiego i Gdańskiego, proponujący urządzenie XIV Walnego Zgromadzenia SEP na Wybrzeżu. Wniosek przyjęto przez aklamację.

14. Zamknięcie XIII Walnego Zgromadzenia.

Prezes podziękował kolegom za liczne przybycie na zjazd, podziękował kolegom z Oddziałów Wrocławskiego i Jeleniogórskiego za wzorowe zorganizowanie zjazdu i zamknął XIII Walne Zgromadzenie SEP.

Część II. WNIOSKI UCHWALONE NA XIII WALNYM ZGROMADZENIU SEP

Wnioski dotyczące wyższego szkolnictwa technicznego

Walne Zgromadzenie, doceniając niezmierną wagę przygotowania i możliwie prędkiego włączenia do pracy kadr inżynierów, uważa za niezbędne zwrócić się do Ob. Ministra Oświaty o realizację następujących postulatów:

1) stabilizację ustawową struktury wyższych uczelni technicznych;

2) zapewnienie w Radzie Wyższych Uczelni głosu dla Naczelnej Organizacji Technicznej, która w tym wypadku reprezentowałaby głos zorganizowanej opinii inżynierów i techników polskich;

3) określenie specjalizacji poszczególnych uczelni i uregulowanie sprawy katedr i personelu profesorskiego;

4) ułatwienie personelowi nauczającemu wyższych uczelni kontaktu z zagraniczną techniką i metodami kształcenia, co jest niezbędne dla dźwignięcia na współczesny poziom techniki polskiej.

B. Wnioski w sprawie szkolenia kadr

Walne Zgromadzenie uważa za niezbędne związanie szkolnictwa z nowym ustrojem Demokratycznej Polski i jego potrzebami, podniesienie poziomu i organizacji szkolenia wszystkich rodzajów oraz ułatwienie dokształcania fachowców.

W tym celu słuszne jest:

1) położenie nacisku na obywatelskie wychowanie młodzieży na wszystkich szczeblach, aby uzyskać pełnowartościowych obywateli kraju;

2) wykształcenie należy rozciągnąć również na specjalności dotychczas zaniedbane jak np. handlowo-techniczna i planowanie;

3) dokształcanie pracujących zawodowo przez tworzenie na różnych szczeblach kursów lub szkół wieczorowych, jak również korespondencyjnych;

4) wyzyskanie w najszerszym zakresie — jako wykładowców — inżynierów i techników zatrudnionych w przemyśle; dla wykładowców nie posiadających kwalifikacji pedagogicznych należy stworzyć odpowiedni kurs dokształcający;

5) przyjęcie zasady wąskiej specjalizacji przy kształceniu kadr pracowników elektrotechnicznych;

6) przyjęcie grup specjalizacji w szkolnictwie przemysłowym energetycznym w myśl propozycji referatu generalnego z zakresu szkolnictwa elektrotechnicznego;

7) wydatne poparcie akcji wydawniczej z zakresu elektrotechniki, energetyki i telekomunikacji.

C. Wnioski w sprawie remontów i odbudowy

Walne Zgromadzenie, doceniając gospodarcze znaczenie remontów stanowiących integralną część ogólno-przemysłowego planu 3-letniego i konsekwencje akcji oszczędnościowej, stwierdza:

1) Remonty urządzeń energetycznych i teletechnicznych stanowią podwaliny życia gospodarczego w ogóle, a w okresie powojennym w szczególności, podnosząc potencjał przemysłowy i wydatnie wspierając wysiłki inwestycyjne.

2) Planowanie remontów jest w skali ogólnopaństwowej nie tylko możliwe, lecz konieczne w ramach planowej gospodarki społecznej.

3) Celem usprawnienia prac remontowych i racjonalnego wykorzystania istniejących szczupłych kadr specjalistów akcja remontowa winna być ujęta w szczegółowo opracowane ramy organizacyjne z uwzględnieniem odpowiedzialności personalnej użytkowników i kierowników remontu.

4) Walne Zgromadzenie apeluje do kierowników resortów i do centralnych zarządów, aby w drodze wzajemnego porozumienia powołane zostały do życia odrębne organizacje warsztatów naprawczych i zespołów specjalistów, pracujących na usługi wszystkich zainteresowanych zakładów przemysłowych niezależnie od ich przynależności branżowej. W poszczególnych zakładach byłyby zachowane takich tylko rozmiarów załogi naprawcze, aby mogły być one w pełni zatrudnione w sposób ciągły przy mniejszych remontach na miejscu.

5) Walne Zgromadzenie stwierdza, że racjonalne rozwiązanie zadania remontów oprzeć się powinno na opracowaniu w ramach centralnych zarządów norm zużywania się i długowieczności urządzeń technicznych oraz ich części składowych, na normalizacji technicznej i na jednolitych instrukcjach technicznych.

D. Wnioski dotyczące ogólnych zagadnień organizacyjnych

1) Walne Zgromadzenie uważa za wskazane uwzględnienie w programach badawczych instytutów naukowych zagadnień z zakresu zastosowania elektrotechniki w rolnictwie.

2) Walne Zgromadzenie uważa, że właściwa organizacja winna uwzględnić zasadę, by wytwarzanie artykułów z zakresu elektrotechniki, energetyki i telekomunikacji podlegało ośrodkowi dyspozycyjnemu niezależnemu od instytucji eksploatujących dane urządzenia.

Sprawozdanie z I Zwyczajnego Zjazdu Delegatów SEP

w Warszawie 4—5 grudnia 1947 roku

Część I, przebieg obrad

1. Zagajenie i wybór asesorów.

Prezes SEP inż. Straszewski powitał gości: wiceministra kol. Golańskiego i kol. Cieciórę jako przedstawiciela Naczelnej Organizacji Technicznej, przewodniczącego Centralnej Komisji Słownictwa Elektrotechnicznego kol. prof. Drewnowskiego, wiceprzewodniczącego Centralnej Komisji Normalizacji Elektrotechnicznej kol. Tarnawskiego, przewodniczącego Centralnej Komisji Szkolnictwa Elektrotechnicznego kol. Kotelewskiego oraz delegatów 17 oddziałów SEP.

Prezes stwierdził prawomocność Zjazdu, gdyż na 97 delegatów jest obecnych 95 delegatów oraz 12 członków Zarządu Głównego SEP, mających prawo głosu (z wyjątkiem głosowania nad sprawozdaniem Zarządu i Komisji Rewizyjnej).

Prezes stwierdził, że nikt nie skorzystał z § 24 statutu SEP w sprawie uzupełnienia rozesłanego w statutowym terminie porządku dziennego.

Na asesorów zostali wybrani: kol. prof. S. Kuhn i kol. L. Zienkowski. Przy stole prezydialnym zajął miejsce również sekretarz generalny Stowarzyszenia kol. Pląskowski.

Na wniosek prezesa Zjazd uchwalił wysłanie do Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Węglowego depeszy następującej treści:

Walny Zjazd Delegatów SEP odbywający się w dniu Święta Górników przesyła na Wasze ręce pozdrowienia dla całego stanu górniczego i życzenia dalszej owocnej pracy dla rozwoju górnictwa polskiego. W jednym szeregu z Wami elektrycy polscy pracować będą dla budowy szczęśliwego jutra w Polsce Ludowej".

2. Sprawozdanie Zarządu Głównego.

Prezes oddał przewodnictwo w ręce kol. S. Kuhna i odczytał sprawozdanie Zarządu Głównego z działalności SEP w okresie od września 1946 roku do listopada 1947 r.

Działalność ogólna. Według stanu z dnia 1 grudnia 1947 roku SEP liczy 1411 członków zorganizowanych w 17 oddziałach. W okresie sprawozdawczym opracowano i uzgodniono z NOT projekt statutu SEP, uzyskano zatwierdzenie statutu, opracowano kilka regulaminów dotyczących wewnętrznej organizacji SEP.

Zorganizowano dwa Walne Zgromadzenia SEP, udział w pracach Kongresu Techników w Katowicach (Sekcja VIII), dwa wyjazdy delegatów SEP do Czechosłowacji na zjazdy ESČ i na konferencję normalizacyjną w Pradze.

Zorganizowano bibliotekę SEP posiadającą 51 czasopism technicznych i 743 egzemplarzy norm i przepisów zagranicznych oraz szereg najnowszych dzieł technicznych angielskich i amerykańskich.

Sekcja telekomunikacyjna zorganizowała w okresie sprawozdawczym 7 odczytów oraz wycieczkę techniczną. Posiada własną bibliotekę. Wydaje 3 czasopisma telekomunikacyjne.

Centralna Komisja Słownictwa Elektrotechnicznego opracowuje Polski Słownik Elektryczny, który obejmować będzie ok. 10 000 słów z definicjami w języku polskim oraz odpowiednikami słów w językach angielskim, czeskim, francuskim, niemieckim, rosyjskim i serbsko-chorwackim.

Centralna Komisja Normalizacji Elektrotechnicznej zatwierdziła w okresie sprawozdawczym następujące normy i przepisy opracowane przez jej komisje: PNE-9 Doraźna Pomoc w wypadkach porażenia prędem elektrycznym, PNE-23 Maszyny Elektryczne, PNE-33 Transformatory, PNE-39 Tablice ostrzegawcze, PNE-50 Grzejniki elektryczne, PNE-101 Linie elektryczne napowietrzne prądu silnego.

W ramach CKNE pracują 64 komisje i podkomisje przepisowe, w których skład wchodzi przeszło 200 najwybitniejszych fachowców.

Szczegółowe sprawozdanie z działalności CKNE ogłoszono w Przeglądzie Elektrotechnicznym, 1947, zeszyt 3/4.

Centralna Komisja Szkolnictwa Elektrotechnicznego w ścisłym współdziałaniu z władzami opracowuje projekty programów i siatki godzin dla szkół przemysłowych. Opracowany już został program szkoły energetycznej. Na zlecenie Departamentu Kadr M. P. i H. oraz CZE komisja zaopiniowała kilkanaście dzieł oryginalnych i tłumaczeń podręczników elektrotechnicznych.

Program i zasięg prac CKSzEl są ogłoszone w Przeglądzie Elektrotechnicznym, 1947, zeszyt 3/4.

Komisja Wydawnicza opracowała projekt programu wydawnictw elektrotechniki na poziomie inżynierskim oraz na zlecenie Departamentu Kadr M. P. i H. zaopiniowała kilka prac oryginalnych i tłumaczeń książek elektrotechnicznych.

Komisja Zwalczania Wypadków Porażenia Prądem Elektrycznym została w październiku 1947 r. zorganizowana przez SEP z inicjatywy Min. Pracy i Opieki Społecznej oraz Min. Przem. i Handlu w celu prowadzenia akcji propagandowej i pouczającej w zakresie bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych.

Inne komisje, jak statutowa, regulaminowa, lokalowa, zjazdowa pracowały lub pracują dorywczo.

Działalność Wydawnicza. SEP wspólnie z CZE i CZPEl wydaje „Przegląd Elektrotechniczny". Rozważana jest sprawa wznowienia „Wiadomości Elektrotechnicznych". Sekcja Telekomunikacyjna SEP wydaje 3 czasopisma telekomunikacyjne.

Po wojnie SEP wydał PNE-9 „Doraźna pomoc w wypadkach porażenia" (tablica), PNE-10 „Przepisy Budowy i Ruchu Urządzeń Elektrycznych Prądu Silnego", Regulamin CKNE, Wytyczne finansowe CKNE.

W okresie sprawozdawczym przygotowano do druku Kalendarzyk Elektrotechniczny SEP, statut SEP oraz przepisy i normy zatwierdzone przez CKNE (ob. ustęp dotyczący działalności CKNE).

W przygotowaniu: „Transformatory" prof. E. Jezierskiego, kilkanaście przepisów i norm z zakresu prądu silnego i teletechniki, 7 plakatów ostrzegawczych.

Współpraca międzynarodowa. SEP jest członkiem Commision Électrotechnique Internationale oraz Commission Internationale pour la Réglementation et le Contrôle de l'Equipement Electrique.

Nawiązany został ścisły kontakt z Elektrotechnicznym Związkiem Czechosłowackim (ESČ). Delegaci SEP biorą udział w obradach nad współpracą normalizacyjną ogólno-słowiańską.

Uwagi ogólne. Cała prawie działalność SEP jest pracą dla 3-letniego planu odbudowy, dla rozwoju przemysłu elektrotechnicznego. Przez prace nad przepisami i normami, których brak powoduje ogromne straty dla gospodarki narodowej, przez akcję wydawniczą, przez prace nad szkolnictwem i szerzeniem wiedzy fachowej, przez walkę z wypadkami itd. SEP chce wnieść możliwie największy wkład w dzieło odbudowy kraju.

3. Sprawozdanie Komisji Rewizyjnej za okres od wznowienia działalności do 31. 12. 1946 r.

Kol. Dzikowski odczytał protokół następującej treści:

„Protokół posiedzenia Komisji Rewizyjnej Oddziału Warszawskiego SEP, zaproszonej przez Zarząd Główny do dokonania rewizji księgowości Zarządu Głównego (uchwała Zarządu Głównego SEP z dnia 17. 10. 1947).

Komisja Rewizyjna w składzie: 1. kol. Stanisław Plewako, członek Komisji Rewizyjnej Oddziału i 2. kol. Jerzy Dzikowski, członek Komisji Rewizyjnej (dokooptowany), zebrała się w dniu 14. 11. 1947 r. w lokalu SEP w Warszawie przy Al. Stalina 37 i dokonała rewizji w obecności skarbnika Zarządu Głównego kol. W. Przelaskowskiego, sekretarza generalnego kol. J. Pląskowskiego i doradcy p. Tadeusza Marczewskiego oraz buchalterki p. M. Młynarczykówny.

Komisja Rewizyjna sprawdziła sposób księgowości i stwierdziła jego prawidłowość i celowość.

Po zapoznaniu się z protokółami Komisji Rewizyjnej z dnia 16. 9. 1946 r. Komisja stwierdziła, że saldo Zarządu Głównego na dzień 1. 9. 1946 r. wynosiło w kasie zł 55 765,50 i w bankach zł 84 231,— i te sumy figurują w księdze „Dziennik — Główna". Po zbadaniu księgi „Dziennik — Główna" za okres od dnia 1. 9. 1946 r. do dnia 31. 12. 1946 r. Komisja stwierdziła prawidłowość jej prowadzenia i zgodność zapisów z dowodami.

Obroty za powyższy okres wynoszą po stronie „winien" i „ma" zł 4 054 108,19. Komisja sprawdziła bilans na dzień 31. 12. 1946 r. obejmujący okres od dnia 1. 10. 1945 r. do 31. 12. 1946 r. zamknięty sumami zł 1 026 343,90 po stronie aktywów i pasywów. Saldo gotówkowe na dzień 31. 12. 1946 r. wynosi w kasie i bankach zł 221 976,40.

Komisja sprawdziła również rachunek wyników za okres od 1. 10. 1945 r. do 31. 12. 1946 r. zamknięty sumami zł 1 494 224,25 po stronie wpływów i nakładów i wykazujący nadwyżkę zł 924 816,31.

Komisja Rewizyjna stwierdziła zupełną zgodność pozycji bilansu i rachunku wyników z zapisami książkowymi.

Na podstawie wyników rewizji Komisja Rewizyjna stawia wniosek o udzielenie Zarządowi Głównemu Stowarzyszenia Elektryków Polskich absolutorium".

4. Dyskusja nad sprawozdaniami Zarządu Głównego i Komisji Rewizyjnej.

W dyskusji zabierali głos koledzy: Golański w sprawie szkolenia kadr, podnoszenia kwalifikacji, normalizacji i współzawodnictwa; Kotelewski w sprawie prac Centralnej Komisji Szkolnictwa Elektrotechnicznego w dziedzinie kursów dla energetyków, w sprawie słowiańskiej współpracy w dziedzinie szkolnictwa, oraz w sprawie zorganizowania w 1948 roku cyklu odczytów; Michałowski w sprawie wznowienia „Wiadomości Elektrotechnicznych"; Morsztyn w sprawie realizacji planu 3-letniego w energetyce, planu tłumaczeń, w sprawie planowania w wyjazdach zagranicznych; Ciecióra w sprawie działalności NOT i wciągnięcia szerszych mas do pracy SEP; Jabłoński w sprawie wysokości wydatków na bibliotekę.

Po dyskusji Zjazd jednomyślnie uchwalił wniosek Komisji Rewizyjnej uzupełniony na wniosek kol. Latoura słowami „z podziękowaniem".

5. Przedstawienie projektu budżetu na 1947 r. i projektu prowizorium budżetowego na 1948 r.

W dyskusji zabrali głos koledzy: Szumilin, Żarnecki, Felhorski, Ostrowski, Szelemetko, Gościcki, Chełmicki, Taniewski, Drewnowski, Witwiński, Ejsmond, Śliwiński, Asler, Jung, Słomiński, Klarner, Kacejko, Drewnowski, Bladowski, Kotelewski, Latour, Winnicki, Czaplicki.

Skarbnik kol. Przelaskowski i Sekretarz Generalny SEP kol. Pląskowski udzielili wyjaśnień.

W trakcie dyskusji kol. Witwiński złożył wniosek:

„Zjazd wyraża podziękowanie kol. Czaplickiemu za postawienie Przeglądu Elektrotechnicznego na wysokim poziomie."

Zjazd uchwalił wniosek przez aklamację.

Prezes postawił wniosek powołania Komisji wnioskowej w składzie — koledzy Szumilin, Taniewski, Witwiński — celem opracowania wspólnej redakcji wniosków. Wniosek przyjęto.

Prezes postawił wniosek przyjęcia przedstawionych przez Zarząd Główny preliminarzy na rok 1947 i 1948. Wniosek przyjęto jednomyślnie.

6. Nadanie godności członka honorowego SEP.

Prezes odczytał wniosek Zarządu Głównego SEP:

„Zjazd Delegatów SEP, biorąc pod uwagę wielkie zasługi obywatela Hilarego Minca, Ministra Przemysłu i Handlu, dla rozwoju nauki i przemysłu elektrycznego, nadaje Mu godność Członka Honorowego Stowarzyszenia Elektryków Polskich."

Wniosek przyjęto przez aklamację przy powstaniu obecnych.

7. Zatwierdzenie przepisów technicznych.

Prezes odczytał wniosek Zarządu Głównego:

„Zarząd Główny SEP podaje do wiadomości Zjazdu Delegatów, że na podstawie upoważnienia XII Walnego Zgromadzenia SEP w Łodzi w 1946 r. zatwierdził następujące przepisy:

PNE- 23/1932/47	„Maszyny Elektryczne"	mała nowelizacja,
PNE- 33/1936/47	„Transformatory"	mała nowelizacja,
PNE- 39/1947	„Tablice ostrzegawcze"	nowelizacja,
PNE- 50/1937/47	„Grzejniki Elektrycz."	mała nowelizacja,
PNE-101/1947	„Linie elektryczne napowietrzne prądu silnego"	nowe przepisy".

Wniosek przyjęto jednomyślnie.

8. Upoważnienie Zarządu Głównego do zatwierdzania przepisów technicznych i norm.

Prezes odczytał wniosek Zarządu Głównego:

Zjazd Delegatów SEP upoważnia Zarząd Główny do zatwierdzania opracowanych przez CKNE przepisów i norm elektrotechnicznych na okres czasu do następnego Zjazdu Delegatów."

Wniosek przyjęto jednomyślnie.

9. Upoważnienie Zarządu Głównego do załatwienia sprawy Polskiego Komitetu Oświetleniowego i Polskiego Komitetu Wielkich Sieci Elektrycznych.

Prezes odczytał wniosek Zarządu Głównego:

„Zjazd Delegatów SEP upoważnia Zarząd Główny do załatwienia spraw Polskiego Komitetu Oświetleniowego i Polskiego Komitetu Wielkich Sieci Elektrycznych na prawach Zjazdu Delegatów w zależności od ogólnej państwowej organizacji zagadnień w tej dziedzinie."

Po dyskusji wniosek przyjęto większością głosów.

10. Uchwalenie instrukcji dla Zarządu Głównego w sprawach finansowych.

Skarbnik Zarządu Głównego kol. Przelaskowski odczytał wniosek Zarządu Głównego:

„Zjazd Delegatów SEP ustala następującą instrukcję dla Zarządu Głównego:

Do podpisywania zobowiązań finansowych, czeków i przelewów są upoważnieni: Prezes, I Wiceprezes, II Wiceprezes, III Wiceprezes, Skarbnik, Sekretarz Generalny.

Do ważności zobowiązania wymagane są pod pieczątką Stowarzyszenia podpisy dwóch z wyżej wymienionych osób.

Do ważności zobowiązań finansowych powyżej jednego miliona złotych konieczny jest podpis Prezesa lub jednego z Wiceprezesów łącznie z podpisem Skarbnika lub Sekretarza Generalnego."

Wniosek przyjęto większością głosów bez dyskusji.

11. Wybór Prezesa Stowarzyszenia.

Na wniosek ustępującego Zarządu na Prezesa został wybrany przez aklamację kol. prof. Włodzimierz Szumilin.

12. Wybór członków Zarządu Głównego.

Na wniosek ustępującego Zarządu zostali wybrani na członków Zarządu Głównego przez aklamację następujący koledzy: członkowie ustępującego Zarządu — Czaplicki, Ignatowicz, Przelaskowski, Taniewski, Witwiński, Żarnecki, członkowie nowi — Czarnowski, Mickiewicz, Ostrowski.

Ustępujący Prezes kol. Straszewski pozostaje w myśl statutu w nowym Zarządzie na stanowisku I Wiceprezesa.

13. Wybór członków Komisji Rewizyjnej.

Na wniosek ustępującego Zarządu Głównego na członków Komisji Rewizyjnej zostali wybrani przez aklamację koledzy: Kłys, Malecki, Michejda, Piróg, Przeździecki; jako zastępcy — Bijasiewicz, Weikert.

14. Wybory członków Komisji Kwalifikacyjnej.

Na członków Komisji Kwalifikacyjnej zostali wybrani przez aklamację koledzy: Dziewicki, Fuks, Jabłoński, Konwerska, Kowalski, Kraj, Krysztopik, Modrak, Śliwiński, Szelemetko.

15. Wybory Delegatów na Zjazd Delegatów NOT.

Jako delegaci SEP na Zjazd Delegatów NOT zostali wybrani następujący koledzy: Ignatowicz, Kopczyński, Łazarowicz, Malecki, Mickiewicz, Ostrowski, Taniewski.

Prezes podziękował kolegom delegatom za zaufanie, którym obdarzyli Zarząd Główny wybierając przez aklamację proponowanych przez Zarząd kandydatów.

16. Uchwalenie wniosków Zjazdu Delegatów.

Kol. Taniewski w imieniu Komisji wnioskowej odczytał wnioski zaproponowane do przyjęcia przez Komisję wnioskową. Wszystkie wnioski zostały przyjęte.

Oddział Bydgoski zgłosił wniosek treści następującej:

„W uznaniu pracy włożonej w odbudowę Stowarzyszenia Elektryków w ciężkich warunkach powojennych oraz postawienie Stowarzyszenia na wysokim poziomie we wspólnym wysiłku narodu przy odbudowie demokratycznej Rzeczypospolitej Polskiej I Zwyczajny Zjazd Delegatów SEP składa gorące podziękowanie koledze Prezesowi Straszewskiemu".

Prezes proponuje dołączyć podziękowanie dla całego Zarządu Głównego, dla Sekretarza Generalnego SEP i dla całego personelu biura SEP.

Wniosek z uzupełnieniem Prezesa przyjęto jednomyślnie.

17. Zamknięcie Zjazdu.

Prezes zaapelował do Oddziałów SEP o nadsyłanie list członków zmarłych podczas wojny i wezwał zebranych do uczczenia Ich pamięci przez powstanie i minutę milczenia.

Kol. Szumilin w imieniu nowowybranych władz SEP podziękował za okazane im zaufanie.

Prezes podziękował za liczny udział w Zjeździe i poruszenie szeregu ważnych zagadnień i zamknął Zjazd.

Część II. WNIOSKI UCHWALONE NA I ZWYCZAJNYM ZJEŹDZIE DELEGATÓW SEP

Wniosek o akcji odczytowej

Zjazd Delegatów, uznając działalność odczytową Stowarzyszenia za jeden z najważniejszych elementów pracy dla odbudowy kraju, uchwala następujące postulaty pod adresem Zarządu Głównego:

1. opracowanie ramowej tematyki odczytów z uwzględnieniem w pierwszym rzędzie aktualnych problemów związanych z planem gospodarczo-technicznym;
2. zorganizowanie referatu odczytowego w celu koordynacji akcji odczytowej i wymiany prelegentów między oddziałami;
3. przeprowadzenie zasady, by odczyty o znaczeniu ogólniejszym, były łącznie z dyskusją udostępnione ogółowi członków SEPu."

2. Wniosek o zorganizowanie w 1948 r. cyklu odczytów

„Zjazd Delegatów SEP wzywa Zarząd Główny do zorganizowania w roku 1948 cyklu odczytów z zakresu osiągnięć przemysłu światowego w zakresie energetyki oraz budowy maszyn elektrycznych, transformatorów i aparatów, wzorując się na podobnym cyklu wygłoszonym w Oddziale Warszawskim w r. 1928".

3. Wniosek w sprawie Przeglądu Elektrotechnicznego

„Zjazd Delegatów wzywa Zarząd Główny: 1. do dołożenia starań, by Przegląd Elektrotechniczny ukazywał się regularnie; 2. do zwrócenia się do Rady Nadzorczej Przeglądu Elektrotechnicznego Sp. z o. o. o opracowanie i przeprowadzenie w treści pisma tematyki stosownie do uchwał Zjazdu i zadań stojących przed członkami SEPu".

4. Wniosek w sprawie wyjazdów zagranicznych

„Zjazd Delegatów wzywa kolegów, by przy okazji wyjazdów za granicę zapoznawali się z postępem techniki i informowali kolegów, wykorzystując uzyskany materiał w odczytach lub w artykułach".

5. Wniosek w sprawie dozoru elektrycznego

„Zjazd Delegatów wzywa Zarząd Główny do omówienia z czynnikami kompetentnymi sprawy zorganizowania kontroli stanu bezpieczeństwa urządzeń elektrycznych".

6. Wniosek w sprawie dokształcania zawodowego

„Zjazd Delegatów wzywa Zarząd Główny do rozpracowania w porozumieniu z zainteresowanymi resortami sprawy podniesienia kwalifikacji zawodowych elektryków w szczególności na średnim poziomie".

7. Wniosek w sprawie oświetlenia lotnisk i szlaków powietrznych

„Zjazd Delegatów wzywa Zarząd Główny do poczynienia kroków w celu reaktywowania Komisji Oświetlenia Lotnisk".

8. Wniosek w sprawie koordynacji planowania

„Wobec tego, że rozwój elektryfikacji, telefonizacji i radiofonizacji kraju uzależniony jest przede wszystkim od zdolności produkcyjnej polskiego przemysłu elektrotechnicznego, Zjazd Delegatów SEP uważa za wskazane podkreślić konieczność ściślejszej koordynacji planowania rozwojowego zainteresowanych resortów z planami rozbudowy przemysłu elektrotechnicznego".

9. Wniosek w sprawie racjonalizacji zużycia

„Wobec stwierdzenia, że wzrost zużycia energii elektrycznej w przemyśle jest nieproporcjonalnie wielki w porównaniu ze wzrostem produkcji Zjazd Delegatów uchwala, że SEP zwróci się za pośrednictwem NOTu do wszystkich stowarzyszeń technicznych o przeprowadzenie łącznie z SEP-em intensywnej propagandy w sprawie racjonalizacji zużycia energii w przemyśle i walki ze stratami".

10. Wniosek w sprawie współzawodnictwa pracy

„I Zwyczajny Zjazd Delegatów SEP — w obliczu szeroko rozwijającego się w Polsce ruchu współzawodnictwa pracy — wzywa ogół inżynierów i techników do wzięcia czynnego udziału we wzmożeniu wydajności pracy nad odbudową i rozwojem gospodarczym kraju".

11. Wniosek w sprawie imperializmu niemieckiego

„Zjazd Delegatów SEP w obliczu usiłowań kapitalizmu amerykańskiego odbudowy gospodarczej i politycznej imperializmu niemieckiego, skierowanej przeciwko narodom demokratycznym, które padły ofiarą niemieckiej agresji, a w pierwszym rzędzie przeciwko Polsce — oświadcza, że wraz z całym narodem przeciwstawia się jakimkolwiek zakusom skierowanym przeciwko naszym granicom na Odrze, Nysie i Bałtyku. Na próbę odbudowy imperializmu niemieckiego elektrycy polscy odpowiedzą wzmożonym wysiłkiem pracy dla szybszej odbudowy i gospodarczego rozwoju kraju".

12. Wniosek w sprawie planu wydawnictw

„Zjazd Delegatów wzywa Zarząd Główny do opracowania w porozumieniu z NOT planu wydawnictw technicznych".

13. Wniosek o przedłużenie kadencji

„Zjazd Delegatów uchwala: kadencja nowoobranych władz Stowarzyszenia, a mianowicie Prezesa, członków Zarządu Głównego i Komisji Rewizyjnej oraz delegatów na Walny Zjazd Delegatów NOT trwać będzie do Zwyczajnego Zjazdu Delegatów SEP w 1949 r."

Sprawozdania oddziałów SEP za 1947 rok*)

ODDZIAŁ DZIERŻONIOWSKI

Po udzieleniu zgody przez Zarząd Główny na utworzenie Oddziału Dzierżoniowskiego (P. E., 1947, z. 9/10, str. 311) zwołano w dniu 10. XI. 1947 r. pierwsze walne zebranie, na którym dokonano wyboru zarządu Oddziału w składzie: M. Hüttner, A. Kiliński, K. Orłowski i W. Rotkiewicz oraz komisji rewizyjnej w składzie: A. Wolf, H. Łukasiak i J. Ziembicki.

Liczba członków Oddziału na koniec 1947 r. wynosiła 35. Odbyło się 7 zebrań odczytowych na tematy:

1. inż. Rotkiewicz: „Nowości techniki odbiorczej",
2. inż. Klingofer: „Sprawozdanie ze zjazdu słaboprądowców w Czechosłowacji",
3. inż. Alpert: „Prostowniki selenowe" (2 zebrania),
4. inż. Łukasiak: „Racjonalny system wydawnictw radiotechnicznych",
5. inż. Brochstein: „Konstrukcje z mas plastycznych",
6. inż. Bryjak: „Mikroskop elektronowy".

Wpływy (wyłącznie ze składek członków zwyczajnych) wyniosły 11 800 zł; przekazano do Zarządu Głównego ze składek 7 875 zł; saldo na 31. XII. 1947 r. 3 850 zł; suma zaległych składek na tę samą datę wyniosła 975 zł.

ODDZIAŁ GDAŃSKI

Skład Zarządu: prezes K. Kopecki, wiceprezes Z. Nowicki, sekretarz S. Trzetrzewiński, skarbnik E. Jabłonka, referent odczytowy J. Piasecki, referent przepisowy E. Domański, referent wycieczkowy L. Jakiełek, przedstawiciel teletechników W. Szukszta, przedstawiciel radiotechników J. Lenkowski. Skład komisji rewizyjnej: W. Kasprzycki, K. Tołwiński, J. Gościcki, zastępca S. Fabierkiewicz.

Liczba członków na koniec 1947 r. — 113.

Zorganizowano 6 zebrań odczytowych:

*) Por. PE, 1947, z. 3/4, str. 125—128 oraz z. 5/6, str. 200.

1. inż. E. Domański: „Nowelizacja przepisów na napowietrzne linie elektryczne",
2. inż. J. Lenkowski: „O radarze",
3. prof. dr Z. Grabski: „Planowa gospodarka w Polsce",
4. prof. dr inż. P. Szulkin: „O kierunkach rozwoju szkolnictwa telekomunikacyjnego",
5. prof. dr J. Adamczewski: „Kwantowa teoria przewodnictwa elektrycznego metali",
6. inż. H. Kühn: „Urządzenia telekomunikacyjne na liniach wysokiego napięcia".

Zorganizowano wycieczkę dla zwiedzenia M/S Sobieski.

ODDZIAŁ JELENIOGÓRSKI

Skład zarządu od 17. V. 1947: prezes J. Łazarowicz, sekretarz S. Luberadzki, skarbnik T. Winiarski. Komisja rewizyjna: Cz. Centkiewicz, W. Pawelski, J. Raszewski, M. Staniewicz. Komisja odczytowa: L. Gąssowski, S. Michałowski.

Liczba członków na koniec 1947 r. wynosiła 51.

Na zebraniach odczytowych wygłoszono i przedyskutowano następujące referaty:
1. R. Kurdziel: Przemysł elektrotechniczny na Dolnym Śląsku,
2. L. Biały: Zabezpieczenia i przekaźniki na terenie Dolnego Śląska,
3. S. Moszczyński: Elektryfikacja wsi w Ameryce,
4. S. Luberadzki: Linie elektryczne prędu silnego.

Wpływy ze składek członków zwyczajnych — 45 140 zł; przekazano do Zarządu Głównego 27 915 zł; saldo na 31. XII. 47 r. 21 855 zł; suma zaległych składek 7 300 zł.

ODDZIAŁ LUBELSKI

Na Walnym Zebraniu Oddziału w dniu 16. XI. 1947 r. wybrano zarząd w następującym składzie: prezes J. Czerwiński, wiceprezes L. Kacejko, sekretarz C. Skwarek, skarbnik R. Krzywicki, członkowie W. Kołodziejczyk i W. Marciniak, oraz komisję rewizyjną w składzie: J. Serwin, A. Oszkodar, K. Czyżewski. Sprawy wycieczkowe Wł. Marciniak, sprawy odczytowe J. Rogowski, sprawy przepisowe St. Skrzetuski.

Liczba członków na koniec 1947 r.: 51.

W roku 1947 zmarł założyciel Oddziału Lubelskiego kol. Wł. Habiniak.

Zorganizowano następujące odczyty:
1. inż. R. Krzywicki: Budowa materii,
2. inż. R. Krzywicki: Atom i energia atomowa,
3. inż. St. Wiśniewski: Radar i jego zastosowanie.

Ponadto jedno zebranie poświęcono rozpatrzeniu ustawy o tytule inżyniera.

Wpływy ze składek członków zwyczajnych wyniosły 31 460 zł, z dobrowolnych ofiar 12 840 zł; przekazano do Zarządu Głównego 22 500 zł; saldo na 31. XII. 1947 r. 14 992 zł; suma zaległych składek 12 740 zł.

ODDZIAŁ ŁÓDZKI

Skład Zarządu (wybranego na zebraniu organizacyjnym w dniu 27. XI. 1946 r.): prezes Cz. Dąbrowski, wiceprezes Z. Kopczyński, sekretarz Z. Szymankiewicz, skarbnik St. Dzierzbicki, członkowie — W. Kotelewski, K. Majer, A. Marliński. Skład komisji rewizyjnej: J. Wajnberg, D. Sosnowski, Brzozowski.

Liczba członków (na 11. III. 48 r.) — 97, w tym 3 członków współdziałających.

Oddział powołał do życia dwie komisje: 1. Komisję sieci (koledzy: Majer, Grabowski, Szymankiewicz, Konczykowski, Kobyliński i Kenig) i 2. Komisję przepisów budowy i ruchu urządzeń elektrycznych (koledzy: Dąbrowski, Dzierzbicki, Dziamarski, Kopczyński Zdz., Marliński, Napiórkowski). Ponadto członkowie Oddziału biorą udział czynny w szeregu innych komisji SEPu, jak szkolnictwa (Kotelewski W.), wydawniczej (Konorski B.), aparatów wysokiego napięcia (kol. Dzierzbicki), rozruszników i regulatorów (koledzy: Urbanowicz, Knapik, Marchwicki), eksploatacji generatorów, silników i transformatorów (kol. Napiórkowski), eksploatacji urządzeń kotłowych (kol. Dąbrowski), grzejników (kol. Sochor).

W okresie sprawozdawczym zorganizowano jedno zebranie dyskusyjne na temat projektu ustawy o tytule inżyniera.

Wpływy ze składek członków zwyczajnych wyniosły w 1947 r. — 50 690 zł; inne wpływy — 20 586 zł (w tym saldo ze Zjazdu SEP — 18 726 zł). Przekazano do Zarządu Głównego 44 670 zł. Saldo na 31. XII. 1947 r. — 24 922 zł; suma zaległych składek — 23 490 zł.

ODDZIAŁ MAZOWIECKI

Skład zarządu: wiceprezesi Z. Sałaciński i St. Bocian, sekretarz D. Jakubiak, skarbnik W. Garbacz. Prezes Oddziału inż. G. Piętka zmarł w dniu 16. IV. 1947 r.

Komisja rewizyjna: St. Jeremicz (przewodn.), St. Kamiński, T. Lejman.

Oddział liczył w końcu 1947 r. 43 członków.

Zorganizowano następujące zebrania odczytowe:
1. K. Czetyrbok: Budowa linii elektrycznych (2 zebrania — 13 i 20 stycznia 1947 r.),
2. inż. W. Byszewski: Urządzenia elektryczne w cukrownictwie (28. I. 1947 r.),
3. inż. St. Jeremicz: Nowości w dziedzinie elektrotechniki w ostatnich latach (16. XI. 1947),
4. inż. E. Rzepkiewicz: Budowa linii wysokiego napięcia na słupach żelbetonowych (13. XII. 1947).

Wszystkie odczyty były ilustrowane przezroczami.

Wpływy ze składek członków zwyczajnych wyniosły 32 640 zł; przekazano z nich do Zarządu Głównego — 20 955 zł; saldo na 31. XII. 1947 r. — 17 804 zł; suma zaległych składek — 3 900 zł.

ODDZIAŁ MAZURSKI

Skład zarządu: prezes St. Mossakowski, sekretarz M. Gajewski, skarbnik T. Baczyński. Skład komisji rewizyjnej: M. Eisele, J. Skolimowski, K. Szyłejko.

Komisja przepisów i norm: M. Eisele (przewodniczący), B. Piwakowski, B. Rudnicki.

Komisja eksploatacyjna: T. Baczyński (przewodniczący), L. Byszewski, M. Gajewski.

Na koniec 1947 r. liczba członków wynosiła 39.

Zorganizowano jedno zebranie odczytowe na temat „Straty energetyczne w sieciach ZEOMu" oraz jedną wycieczkę krajoznawczą.

Wpływy ze składek członków zwyczajnych wyniosły 33 400 zł; przekazano z tego tytułu do Zarządu Głównego 23 550 zł; saldo na 31. XII. 47 r. 7 345 zł; suma zaległych składek 8 580 zł.

ODDZIAŁ OPOLSKI

Skład zarządu: prezes J. Galiński, wiceprezes Cz. Pfeiffer, sekretarz M. Kocik, skarbnik S. Bałdys. Komisja rewizyjna: P. Jaryszkin i J. Pająk. Komisja przepisowa: J. Grabczyk i M. Jaworek.

Liczba członków na koniec 1947 r. — 45.

Zorganizowano pięć zebrań odczytowych, na których wygłoszono następujące referaty:
1. inż. J. Grabczyk: „Budowa szyny śląskiej",
2. inż. St. Chrapkiewicz: „Działanie wybieraków w automatycznych łącznicach telefonicznych",
3. inż. Woyde: „Budowa, konserwacja i użytkowanie transformatorów",
4. inż. T. Ejsmond: „Zabezpieczenia przeciwzwarciowe w sieciach elektrycznych" (cykl z trzech referatów).

Zorganizowano cztery wycieczki techniczne do elektrowni w Turawie (wodna), w Łaziskach Górnych (Zakłady Elektro), w Wałbrzychu („Wiktoria" i „Miejska"), w Chorzowie (Ślązel).

Wpływy ze składek członków zwyczajnych wyniosły 36 900 zł; przekazano z tego tytułu do Zarządu Głównego 26 085 zł; wydatki oddziału 5 919 zł; saldo na 31. XII. 47 r. 6 576 zł; suma zaległych składek 600 zł.

ODDZIAŁ POZNAŃSKI

W dniu 6. V. 47 r. wybrano nowy zarząd: prezes St. Stanowski, wiceprezes W. Buławski, sekretarz S. Seidel, skarbnik W. Otlewski, bibliotekarz S. Mikołajewski, oraz komisję rewizyjną: J. Rybarski (przewodniczący), J. Węglarz, E. Żołubak.

Do komisji przepisowej weszli: J. Węglarz (przewodniczący), G. Hornziel, W. Piński, J. Rybarski, T. Woźnikowski, E. Żołubak. Delegatem do poznańskiego oddziału N. O. T. został St. Stanowski.

Liczba członków na koniec 1947 r. wynosiła — 46.

Zorganizowano 6 zebrań odczytowych:
1. inż. St. Stanowski: Co każdy elektryk powinien wiedzieć o licznikach,
2. inż. Cz. Rukszto: Zagadnienie cos fi, a oszczędność w energetyce,

3. inż. Wirbser: Przemysł gazowniczy a elektryczność,
4. inż. S. Seidel: Rozbudowa nowej elektrowni w Poznaniu — zagadnienia elektryczne,
5. inż. Roo: Nowe kierunki w budowie wyłączników.

Urządzono trzy wycieczki techniczne: 1. do elektrowni wodnej w Dychowie nad Bobrem, 2. do gazowni w Poznaniu, 3. do elektrowni w Poznaniu.

Została zapoczątkowana biblioteka Oddziału.

Wpływy ze składek członków zwyczajnych wyniosły 31 120 zł; ze składek członków zbiorowych 19 130 zł; przekazano do Zarządu Głównego z tytułu składek 29 800 zł, wydatki Oddziału 17 162,50 zł. Saldo na 31. XII. 47 r. 4 230 zł. Suma zaległych składek 16.080 zł.

ODDZIAŁ RADOMSKO-KIELECKI

Skład zarządu Oddziału: prezes S. Kreterski, sekretarz B. Rudnicki, skarbnik W. Lindner.

Skład komisji rewizyjnej: L. Górski, E. Jędrzejczyk, P. Janicki.

Liczba członków na koniec 1947 r. — 26.

Zebrań odczytowych ani wycieczek nie było z powodu przeciążenia członków pracą zawodową.

ODDZIAŁ SZCZECIŃSKI*)

Skład zarządu: prezes Z. Paryski, wiceprezes Z. Karwowski, sekretarz J. Rotowski, skarbnik A. Fortuna, referent odczytowy W. Gładysz. Skład komisji rewizyjnej: J. Słomiński i F. Fabich.

Liczba członków na koniec 1947 r. — 40.

Z NOT, Oddział utrzymuje bliski kontakt przez udział wiceprezesa, kol. Karwowskiego w komisji organizacyjnej oddziału NOT w Szczecinie.

Oddział wysłał do Zarządu Głównego opinie o projektach przepisowych, a mianowicie o przepisach na przyłącza domowe oraz na przewody aluminiowe i stalo-aluminiowe w opracowaniu kol. W. Gładysza.

Na zaproszenie Biura Odbudowy Portu została utworzona przez Oddział komisja rzeczoznawców dla wydania orzeczenia w sprawach technicznych. W komisji wzięli udział koledzy Rotowski, Suszycki i Włodarski.

Została zapoczątkowana organizacja biblioteki Oddziału.

Zorganizowano cztery zebrania odczytowe na tematy: 1. Radar, 2. Współczesna radiotechnika morska, 3. Prace SEP, 4. Współpraca SEP z elektrykami czeskimi.

Wpływy ze składek członków zwyczajnych wyniosły 30 927 zł; przekazano do Zarządu Głównego 14 130 zł; saldo na 31. XII. 47 r. 19 047 zł; suma zaległych składek 15 475 zł.

ODDZIAŁ WARSZAWSKI

Na walnym zebraniu Oddziału w dniu 25. XI. 47 r. ustalono na podstawie wyborów następujący skład zarządu: prezes B. Hac, I wiceprezes J. Latour, II wiceprezes J. Korzeniowski, sekretarz Z. Jung, referent odczytowy W. Felhorski, skarbnik W. Dumała, członkowie: W Smoluchowski i H. Kalita.

Liczba członków Oddziału na koniec 1947 r. wynosiła 446, w tym członków Sekcji Telekomunikacyjnej było 153.

Zorganizowano 15 zebrań odczytowych, na których wygłoszono 18 odczytów. O 6 pierwszych podano już wiadomość w PE, 1947, z. 3/4, str. 127. Oto tematy pozostałych:

1. inż. W. Ney: „Wrażenia energetyka z pobytu w Szwecji i Anglii" (18. III. 47 r.),
2. inż. T. Moskalewski: „Graficzne metody ujęcia produkcji kabli" (1. IV. 47 r.),
3. inż. St. Śliwiński: „O kontroli produkcji w przemyśle, nowe przyrządy pomiarowo-sygnalizacyjne i ich zastosowanie" (15. IV. 47 r.),
4. prof. inż. St. Ryżko: „Kontrola pracy cukrowni na odległość przy pomocy fal radiowych" (15. IV. 47 r.),
5. inż. K. Kwiatkowski: „Elektryczne metody oznaczenie pH" (29. IV. 47 r.),
6. inż. H. Kozłowski: „Praktyczne korzyści zastosowania blach kwadratowych w maszynach trójfazowych" (3. VI. 47 r.),
7. inż. J. Domanus: „Przemysł rentgenowski w krajach anglosaskich" (24. VI. 47 r.),
8. inż. J. Podoski: „Trakcja dyzlowsko - elektryczna" (30. IX. 47 r.),

*) Por. PE, 1947, z. 5/6, str. 200.

9. inż. J. Domanus: „Generatory wysokich napięć do aparatów rentgenowskich" (21. X. 47 r.),
10. inż. H. Kühn: „Urządzenia telekomunikacyjne dla potrzeb polskiej sieci energetycznej" (staraniem Sekcji Telekomunikacyjnej, 4. XI. 47 r.),
11. prof. inż. M. Rzecki: „Zagadnienia bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach elektrycznych i w ich pobliżu" (11. XI. 47 r.),
12. prof. dr inż. B. Konorski: „Nowe metody obliczania sieci elektrycznych — metoda tensorowa" (18. XII. 47 r.).

Wpływy ze składek członków zwyczajnych 269 255 zł; z tego przekazano do Zarządu Głównego zł 209 268,90 zł; saldo na 31. XII. 47 r. — 38 583 zł; suma zaległych składek członkowskich 7 685 zł.

ODDZIAŁ WROCŁAWSKI

W dniu 15. XI. 47 r. wybrano nowy zarząd w składzie: prezes F. Bilek, wiceprezes St. Skibniewski, sekretarz M. Zdanowicz, skarbnik Z. Szparkowski, członkowie S. Dobrowolski, R. Kurdziel oraz komisję rewizyjną: K. Idaszewski, K. Mech, J. Skowroński. Sprawy odczytowe: kol. R. Kurdziel.

Liczba członków na koniec 1947 r. 51.

Zorganizowano trzy zebrania odczytowe:

1. prof. dr inż. K. Idaszewski: Historia rozwoju maszyn elektrycznych,
2. prof. dr inż. J. Skowroński: Nowe horyzonty w dziedzinie materiałów izolacyjnych,
3. inż. H. Śmigielski: Urządzenia telekomunikacyjne kolejowe w Stanach Zjednoczonych Ameryki.

Oddział Wrocławski zajął się techniczną stroną organizacji XIII Walnego Zgromadzenia SEPu we Wrocławiu.

Wpływy ze składek członków zwyczajnych wyniosły 15 320 zł; przekazano z tego tytułu do Zarządu Głównego 12 075 zł; saldo na 31. XII. 47 r. 6 zł; suma zaległych składek 10 760 zł.

ODDZIAŁ ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO

Skład zarządu: prezes O. Chełmicki, wiceprezes C. Szulc, sekretarz B. Lis, referent wycieczkowy St. Andrzejewski, referent odczytowy St. Bladowski, referent wydawniczy J. Kawa, skarbnik St. Woyna. Skład komisji rewizyjnej: Z. Gogolewski, P. Nestrypke, M. Winnicki.

Liczba członków zwyczajnych (na 1. III. 48 r.) 241. Ponadto Oddział liczy 12 członków zbiorowych.

Zorganizowane w ub. r. kursy dokształcające dla inżynierów i techników zostały zakończone 14. V. 47 r.*)

Na użytek NOT opracowano uwagi do projektu ustawy o stopniu inżyniera.

Opracowano projekt regulaminu Oddziału na podstawie ramowego regulaminu oddziałów, nadesłanego z Zarządu Głównego.

Zorganizowano dwa zebrania odczytowe:

1. inż. H. Kühn: Urządzenia telekomunikacyjne dla potrzeb polskiej energetyki (31. X. 47 r.),
2. inż. Metreaux (ze Szwajcarii): Koordynacja materiałów izolacyjnych w urządzeniach wysokiego napięcia (17. XI. 47 r.).

Sprawozdanie finansowe. Saldo gotówkowe na 1. I. 47. 374 955 zł; wpływy ze składek 204 520 zł; wpływy na koncie PNE-10 — 420.582 zł; wpływy z kursu dokształcającego 55 000 zł; razem wpływy 1 055 057 zł. Wydatki: przekazano do Zarządu Głównego z tytułu składek członkowskich 117 963 zł i jako udział w zyskach z wydawnictwa PNE-10 181 437 zł; inne wydatki na koncie PNE-10 5 385 zł; wydatki na kurs dokształcający 51 978 zł; wydatki kancelaryjne i in. 31 033 zł; saldo na 1. I. 48 r. 667 261 zł.

Sprostowanie do zesz. 1/2 PE z r. b.

W artykule prof. J. Skowrońskiego (str. 11, lewy łam) należy w dwu pierwszych wzorach strukturalnych zastąpić znak „Si" znakiem „O" i odwrotnie.

W artykule inż. H. Kühna (str. 38, prawy łam) należy rys. 19 obrócić o 180°.

Do niniejszego zeszytu dołączone są dwie wkładki nie objęte ogólną numeracją stron. Pierwsza podaje rysunek do artykułu prof. W. Szumilina, druga rysunek do artykułu inż. T. Kahla i Cz. Mejry.